



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

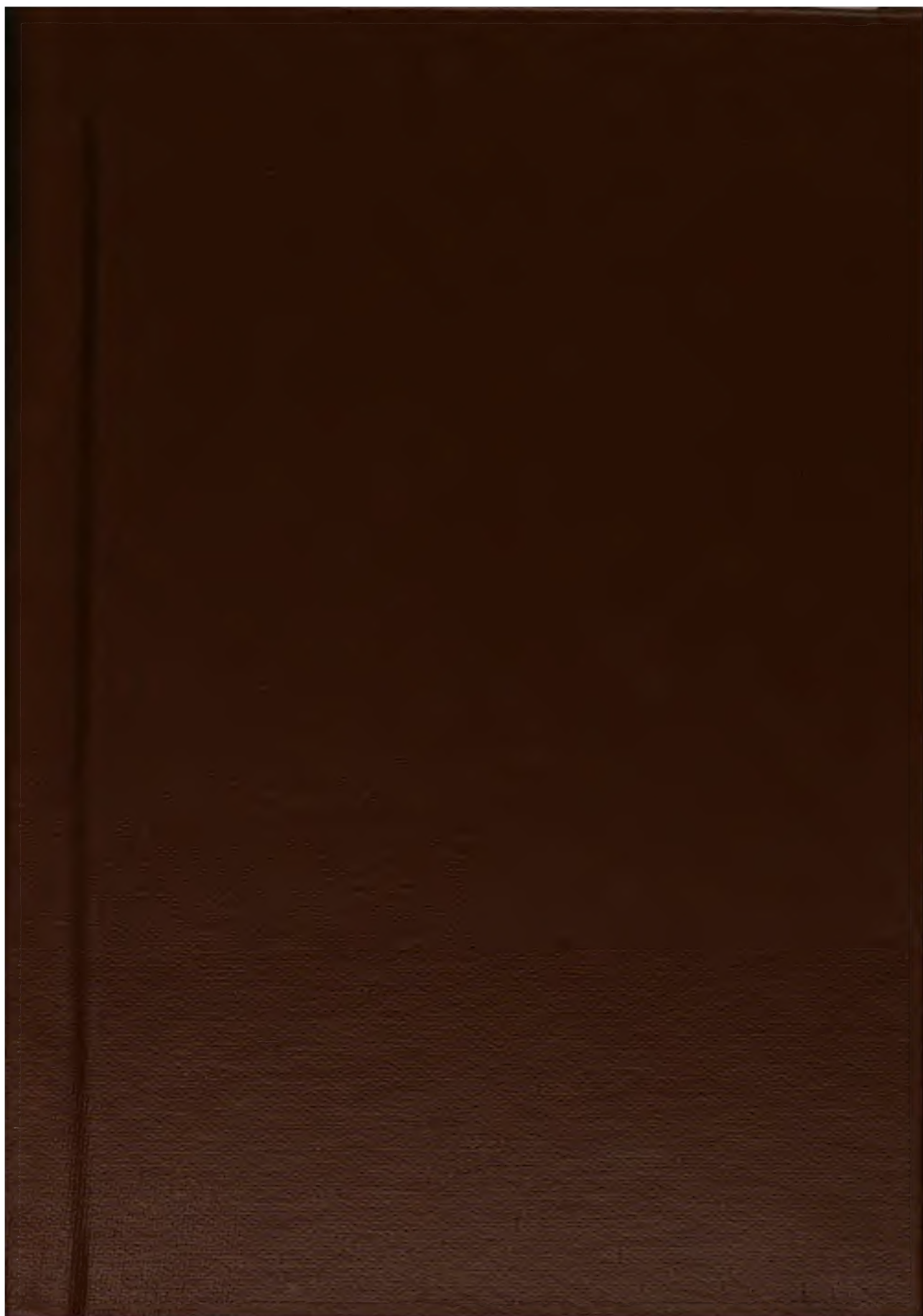
Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.







**General Library System  
University of Wisconsin-Madison  
728 State Street  
Madison, WI 53706-1494  
U.S.A.**









General Library System  
University of Wisconsin-Madison  
728 State Street  
Madison, WI 53706-1494  
U.S.A.













**LEHRBUCH**  
**DER**  
**B E R G B A U K U N D E**

**VON**

**G. KÖHLER**

**KÖNIGL. GEHEIMEN BERGRAT UND PROFESSOR FÜR BERGBAU UND AUFBEREITUNGSKUNDE  
DIREKTOR DER KÖNIGL. BERGAKADEMIE IN CLAUSTHAL**

---

**SECHSTE, VERBESSERTE AUFLAGE**

**MIT 728 TEXTFIGUREN UND 9 LITHOGR. TAFELN**

---

**LEIPZIG**

**VERLAG VON WILHELM ENGELMANN**

**1903**



**Alle Rechte, besonders das der Übersetzung, werden vorbehalten.**

141640  
MAY 10 1910  
ML  
• R  
• 2

6031035

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Aus der freundlichen Aufnahme, welche die erste Auflage dieses Buches gefunden hat, glaube ich folgern zu dürfen, daß ich mich in Bezug auf Inhalt und Umfang auf dem richtigen Wege befunden habe und bin deshalb bemüht gewesen, denselben auch bei der inzwischen nötig gewordenen zweiten Auflage innezuhalten.

Eine geringe Vergrößerung des Umfanges ließ sich dabei wegen der großen Menge des neu hinzugekommenen Stoffes allerdings nicht vermeiden, wenngleich an geeigneten Stellen in zulässiger Weise Kürzungen vorgenommen sind.

Abgesehen von nicht wesentlichen Abänderungen der Einteilung ist der erste, vorwiegend geologische Teil als Einleitung der Bergbaukunde vorausgeschickt, dabei jedoch größtentheils umgearbeitet und insbesondere das Kapitel über Störungen der Lagerstätten nach meiner im gleichen Verlage im Jahre 1886 erschienenen kleinen Schrift: »Störungen der Gänge, Flötze und Lager« vermehrt.

Der Abschnitt über Wetterlehre ist durch Aufnahme der, von den bezüglichen Kommissionen der verschiedenen Länder, sowie von einzelnen Sachverständigen seit dem Erscheinen der ersten Auflage erzielten wichtigen Resultate am meisten bereichert worden.

Als Zugang ist ferner zu erwähnen die am Schlusse jedes Abschnittes befindliche Zusammenstellung der wichtigsten Literatur sowie der bezüglichen Deutschen Reichspatente, beides bis etwa März 1887.

Die wesentlichsten Kürzungen sind in der Tiefbohrung vorgenommen worden, weil sich dieser Teil der bergmännischen Technik sowohl in der Literatur, als auch in der praktischen Ausübung immer mehr zur selbständigen Spezialität herausgebildet hat.

Mit der Zeit dürfte die Tiefbohrung ebenso, wie es bezüglich Geognosie, Maschinenwesen und Markscheidekunst bereits geschehen

ist, aus den Lehrbüchern der Bergbaukunde mehr oder weniger verschwinden können.

Indem ich für die, mir seit dem Erscheinen des Buches zugegangenen Berichtungen und Mitteilungen verbindlichst danke, bitte ich, mich in gleicher Weise auch ferner freundlichst unterstützen zu wollen und spreche schließlich die Hoffnung aus, daß auch die vorliegende zweite Auflage des Lehrbuches der Bergbaukunde sich einer wohlwollenden Aufnahme seitens aller Fachgenossen erfreuen möge.

Clausthal, im Mai 1887.

**G. Köhler.**

## Vorwort zur dritten Auflage.

Bei Bearbeitung der vorliegenden dritten Auflage bin ich wiederum bemüht gewesen, für das, seit dem Erscheinen der zweiten Auflage hinzugetretene Material durch angemessene Kürzungen und Streichungen Raum zu schaffen. Es ist mir dadurch auch gelungen, eine nennenswerte Vergrößerung des Umfanges zu verhüten, ohne der Vollständigkeit des Buches zu schaden.

Die wesentlichste Umarbeitung und Berücksichtigung der neuen Erfahrungen hat bei dem Abschnitt über Wetterlehre, sowie bei den Schrämmaschinen und bei allen denjenigen Punkten stattgefunden, welche sich auf Verhütung von Explosionen in Schlagwettern beziehen. In der Wetterlehre erschien es besonders angezeigt, die Wettermaschinen in der Art einzuteilen und zu beschreiben, wie es in dem Werke: Die Wettermaschinen von Julius Ritter von Hauer, Leipzig 1889, geschehen ist.

Indem ich auch der dritten Auflage die Hoffnung mit auf den Weg gebe, daß sie einer fortgesetzten wohlwollenden Aufnahme in den Fachkreisen begegnen möge, spreche ich von neuem die Bitte aus, mich durch Mitteilung etwa nötig erscheinender Berichtungen oder Ergänzungen bei dem Fortführen des Werkes freundlichst unterstützen zu wollen.

Clausthal, im September 1892.

**G. Köhler.**



## Vorwort zur vierten Auflage.

Seit dem Erscheinen der dritten Auflage sind wesentliche Fortschritte auf mehreren Gebieten des Bergbaues gemacht, so u. a. durch Einführung der elektrischen stoßenden und drehenden Bohrmaschinen, sowie durch Verwendung des aufliegenden Seiles bei der maschinellen Streckenförderung in immer steigendem Maße schon bei verhältnismäßig geringen Längen. Auch der wichtige Abschnitt »Wetterlehre« mußte in einzelnen Teilen einer gründlichen Umarbeitung unterzogen werden, um dasjenige Neue, was sich in der Praxis bewährt hat, aufnehmen und an die richtige Stelle bringen zu können.

Gleichwohl ist es mir auch bei der vorliegenden Auflage möglich gewesen, durch Kürzungen des Textes an geeigneten Stellen, so besonders bei der Tiefbohrung, den bisherigen Umfang des Buches annähernd zu erhalten und glaube ich mich der Hoffnung hingeben zu dürfen, daß die vierte Auflage sich derselben wohlwollenden Aufnahme in den Kreisen der jüngeren und älteren Fachgenossen erfreuen werde, als ihre Vorgängerinnen.

Clausthal, im Mai 1897.

**G. Köhler.**

## Vorwort zur fünften Auflage.

Die vierte Auflage ist in einem unerwartet kurzen Zeitraume vergriffen und konnte demgemäß die fünfte Auflage eine wesentliche Bereicherung des Inhaltes nicht erfahren. Jedoch ist alles Neue und praktisch Bewährte hinzugefügt, auch sind diejenigen Ausstellungen berücksichtigt, welche beim Erscheinen der vierten Auflage gemacht wurden.

Eine Umarbeitung im Interesse des besseren Verständnisses ist mit dem Kapitel der Spaltenverwerfungen und deren Ausrichtung vorgenommen worden.

Ich glaube deshalb, hoffen zu dürfen, daß die wohlwollende Beurteilung, welche die bisherigen Auflagen erfahren haben, auch der vorliegenden fünften Auflage nicht versagt werden wird.

Clausthal, im Februar 1900.

**G. Köhler.**

## Vorwort zur sechsten Auflage.

Die sechste Auflage hat eine wesentliche Bereicherung in fast allen Abschnitten erfahren. So sind die neuesten Errungenschaften in den Apparaten des Tiefbohrens, bei den Schräg- und Bohrmaschinen, den Abbaumethoden in Westfalen, den Bohr-, Senk- und Gefrierschächten, sowie in der Wetterlehre bezüglich Luftverbrauch, Druckmessern und Wettermaschinen, endlich die in den Fachzeitschriften veröffentlichten Leistungen beim Abteufen und Abbohren der Schächte hinzugefügt. Auch ist, entsprechend einer Anregung beim Erscheinen der fünften Auflage, die Zahl der zum Verständnis des Textes nötigen Figuren vermehrt, anderseits diejenige der minder wichtigen oder unnötigen Figuren vermindert.

Allerdings hat es sich nicht vermeiden lassen, daß der Umfang des Buches etwas gewachsen ist, trotzdem das Verzeichnis der Patente fortgelassen wurde und zahlreiche Streichungen, besonders in der Wasserhaltung, vorgenommen sind.

Alles Maschinelle fortzulassen, konnte ich mich nicht entschließen. Ich habe geglaubt, die wichtigsten Neuheiten bei den Förder- und Wasserhaltungsmaschinen wenigstens kurz erwähnen zu müssen, zumal damit der Umfang des Buches nicht wesentlich beeinflußt wurde.

Ich glaube somit, nichts versäumt zu haben, um das Lehrbuch der Bergbaukunde auch ferner auf dem Stande zu erhalten, den es bisher eingenommen hat und bitte, etwa Übersehenes auch bei der sechsten Auflage milde beurteilen zu wollen.

Clausthal, im Juli 1903.

**G. Köhler.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	1
1. Allgemeines.	
<b>1. Kapitel. Die Lagerstätten</b> . . . . .	2
2. Erklärungen. 3. Unregelmäßigkeiten der Plattenform. 4. Einteilung der Lagerstätten.	
A. Geschichtete (sedimentäre) Lagerstätten . . . . .	4
5. Allgemeines. 6. Kennzeichen der Flötze und Lager. 7. Ausdehnung und Mächtigkeit der Flötze. 8. Anzahl der Flötze. 9. Form der Flötze. 10. Eigentümlichkeiten der geschichteten Lager. 11. Zusammensetzung der Flötze und Lager. 12. Regelmäßigkeit der Zusammensetzung. 13. Trümmerlagerstätten.	
B. Massige (eruptive) Lagerstätten . . . . .	7
14. Allgemeines. 15. Vorkommen der massigen Lagerstätten.	
C. Hohlraumausfüllungen . . . . .	8
16. Allgemeines. 17. Spaltenfüllungen. Gänge. 18. Gänge und Sprünge. 19. Trümmer. 20. Kontaktgänge und Lagergänge. 21. Einfache und zusammengesetzte Gänge. 22. Erstreckung der Gänge. 23. Ausfüllung der Mineralgänge. 24. Textur der Gänge. 25. Die Verbreitung der Erze in der Gangmasse. 26. Einfluß äußerer Umstände auf die Erzführung. 27. Verhalten der Gänge im Streichen. 28. Verhalten der Gänge im Fallen. 29. Verhalten der Gänge beim Zusammentreffen. 30. Stockwerke. 31. Höhlenfüllungen.	
D. Umgewandelte (metamorphische oder metasomatische) Lagerstätten . . . . .	17
32. Beispiele.	
E. Lagerstätten, welche in das Gestein eingedrungen sind .	18
33. Erdwachs-Vorkommen in Ostgalizien.	
<b>2. Kap. Störungen der Gänge, Flötze und Lager</b> . . . . .	19
34. Allgemeines.	
A. Faltung . . . . .	20
35. Ursache und Folgen der Faltung.	

	Seite
<b>B. Verwerfungen</b> . . . . .	23
<b>1. Faltenverwerfungen</b> . . . . .	23
36. Allgemeines. 37. Ausrichtung der Faltenverwerfungen.	
<b>2. Spaltenverwerfungen</b> . . . . .	27
38. Erklärung. 39. Entstehung der Spaltenverwerfungen. 40. Alter der Spalten. 41. Sonstige bei Spaltenverwerfungen vorkommende Beziehungen. 42. Ausrichtungen der Spaltenverwerfungen. 43. Ableitung der Zimmermannschen Regel. 44. Größe der Verwerfung.	
<b>3. Verschiebungen (Blattverschiebungen)</b> . . . . .	37
45. Erklärung und Beispiele. 46. Ausrichtung der Verschiebungen.	
<b>4. Gangablenkungen</b> . . . . .	43
47. Allgemeines. 48. Ausrichtung einer Gangablenkung.	
Literatur . . . . .	45
<b>Erster Abschnitt</b> . . . . .	47
Aufsuchen der Lagerstätten, Schürf- und Bohrarbeiten. . .	47
1. Untersuchung der Erdoberfläche.	
<b>A. Schürfen</b> . . . . .	47
2. Erklärung. 3. Arten des Schürfens.	
<b>B. Bohren</b> . . . . .	49
4. Zweck des Bohrens. 5. Geschichtliches. 6. Übersicht der Bohrmethoden für größere Bohrlöcher.	
<b>1. Kap. Drehendes Bohren für milde Gebirgsmassen</b> . . . . .	50
7. Bohrwerkzeuge. 8. Kopfstücke. 9. Verrohrung.	
<b>2. Kap. Stoßendes Bohren mit Gestänge</b> . . . . .	53
10. Arten des stoßenden Bohrens.	
<b>A. Bohrstücke</b> . . . . .	53
11. Bohrmeißel. 12. Andere Werkzeuge. 13. Bohrlöffel (Schlamm- oder Schmandlöffel). 14. Solheber. 15. Kernbohren.	
<b>B. Gestänge und Zwischenstücke.</b> . . . . .	55
16. Bestandteile. 17. Obergestänge. 18. Untergestänge. 19. Zwischenstücke. Allgemeines. 20. Wechselschere und Rutschere. 21. Kindscher Freifallapparat. 22. Freifallapparat von Greiffenhagen. 23. Freifallapparat von Fabian. 24. Zobelscher Freifallapparat. 25. Der Faucksche selbsttätige Freifallapparat.	
<b>C. Kopfstücke und Schlagvorrichtung</b> . . . . .	62
26. Kopfstücke. 27. Bohrschwengel und Bohrdocke.	
<b>D. Aufholen und Einlassen des Gestänges, Löffel, Hilfsgeräte</b> .	63
28. Treibvorrichtung. 29. Treibmaschinen. 30. Das Treibseil. 31. Vorrichtungen zum Greifen der Stangen. 32. Seilscheiben. 33. Rechen zum Aufhängen der Stangen. 34. Bohrturm. 35. Bohrduckel und Bohrtäucher. 36. Hilfsgezähe. 37. Das Löffelseil.	
<b>E. Störungen beim Gestängebohren und deren Beseitigung</b> .	66
38. Arten der Störungen und deren Ursachen. 39. Brüche und Fanggestänge. 40. Fanginstrumente.	

	Seite
<b>F. Verrohrung der Bohrlöcher . . . . .</b>	<b>70</b>
41. Zweck der Verrohrung. 42. Beseitigung des Nachfalls. 43. Ab-	
sperrungsröhren. 44. Vernieten der Röhren. 45. Erweiterungs-	
bohrer. 46. Isolierungsröhren. 47. Das Herausziehen einer Ver-	
rohrung. 48. Das Zerschneiden der Röhren.	
<b>3. Kap. Stoßendes Bohren mit Seil . . . . .</b>	<b>75</b>
49. Chinesische Bohrmethoden und Allgemeines über Seilbohren.	
50. Neuere Methoden des Seilbohrens. 51. Das amerikanische	
Seilbohren.	
<b>4. Kap. Bohrverfahren mit Wasserspülung . . . . .</b>	<b>80</b>
52. Allgemeines. 53. Diamantbohren. 54. Apparate. 55. Das Bohr-	
gestänge. 56. Verrohrung. 57. Die maschinellen Einrichtungen.	
58. Diamantbohrmaschine der American Diamond-Rock-Boring-	
Company in New-York. 59. Deutsche Einrichtung des Diamant-	
bohrens. 60. Fangwerkzeuge. 61. Abreißen der Kerne. 62. Dä-	
nisches Bohrverfahren. 63. Schmirgelbohren. 64. Das System	
Przibilla. 65. Das Bohrverfahren von Fauck. 66. Das Bohr-	
verfahren von Raky. 67. Tiefbohrverfahren der Zeche Rhein-	
prenußen. 68. Schnellschlag-Radial-Kurbelmeißelapparat.	
<b>5. Kap. Allgemeines über Tiefbohrbetrieb. . . . .</b>	<b>103</b>
69. Buchführung und Bohrarbeiten. 70. Leistungen und Kosten.	
<b>Anhang. . . . .</b>	<b>105</b>
Herstellung von Bohrlöchern für verschiedene Zwecke	
des Bergbaubetriebes . . . . .	105
71. Lösung alter Grubenbaue. 72. Wetterbohrlöcher. 73. Der Bohr-	
apparat von Wegge und Pelzer. 74. Bohrapparat von Huß-	
mann. 75. Der Bohrapparat von Munscheid. 76. Bohrapparat	
von Gildemeister und Kamp. 77. Überhauvorbohrmaschine	
Fr. Hüppe. 78. Bohrlöcher verschiedener Richtung zur Unter-	
suchung von Lagerstätten. 79. Schwedische Diamantbohrmaschine	
für Handbetrieb.	
<b>Literatur . . . . .</b>	<b>115</b>
<b>Zweiter Abschnitt. . . . .</b>	<b>121</b>
<b>Häuer- oder Gewinnungsarbeiten. . . . .</b>	<b>121</b>
1. Erklärung.	
<b>1. Kap. Allgemeines und Gedinge . . . . .</b>	<b>121</b>
2. Gewinnbarkeit, Spannung, Härte. 3. Grade der Gewinnbarkeit.	
4. Stellung der Gedinge. 5. Generalgedinge. 6. Prämiengedinge.	
7. Eilgedinge. 8. Massen- und Zollgedinge. 9. Stückkohlengedinge.	
10. Erlernen der Gedingestellung.	
<b>2. Kap. Häuer- oder Gewinnungsarbeiten . . . . .</b>	<b>127</b>
11. Einteilung.	
1. Wegfällarbeit . . . . .	127
12. Anwendung. 13. Gezähe.	

	Seite
<b>2. Keilhauenarbeit</b> . . . . .	129
A. Handarbeit . . . . .	129
14. Anwendung. 15. Gezähe. 16. Die Keilhau. 17. Der Spitz- hammer. 18. Der Schrämspieß. 19. Ausführung der Keilhauen- arbeit.	
B. Maschinenarbeit . . . . .	133
20. Allgemeines. 21. Schrämmaschinen mit hauendem Werkzeug. 22. Schrämmaschinen mit stoßendem Werkzeug. 23. Schräm- maschinen mit schneidendem Werkzeug. 24. Schrämmaschinen mit bohrendem Werkzeug. 25. Schrämmaschinen mit elektrischem Antriebe.	
<b>3. Arbeit mit Schlägel und Eisen</b> . . . . .	144
26. Anwendung und Gezähe.	
<b>4. Die Hereintreibarbeit.</b> . . . . .	145
27. Zweck und Gezähe.	
<b>5. Die Sprengarbeit</b> . . . . .	145
28. Allgemeines.	
A. Herstellung der Bohrlöcher . . . . .	147
a. Handarbeit . . . . .	147
29. Gezähe.	
b. Maschinenarbeit . . . . .	151
30. Allgemeines.	
<b>I. Handbohrmaschinen</b> . . . . .	151
31. Stoßende Handbohrmaschinen. 32. Drehende Handbohrma- schinen.	
1. Lisbethsche Maschine. 2. Maschine von Loch in Zabrze. 3. Maschine von Stanek und Reska. 4. Maschine von F. Ul- rich. 5. Bohrer von Plom und d'Andrimont. 6. Andere drehende Handbohrmaschinen.	
33. Handbohrmaschinen mit verstellbarem Vorschub.	
1. Bohrmaschine System England. 2. Handbohrmaschine von W. Wickart. 3. Maschine »Jubile«. 4. Thomas-Maschine. 5. Elliot- Maschine. 6. Hardy-Maschine. 7. Maschinen von Balzberg, Heise, Leyendecker, Forster & Hüppe.	
<b>II. Mechanische Bohrmaschinen.</b> . . . . .	157
a. Stoßende mechanische Bohrmaschinen.	
34. Luftpreßmaschinen. 35. Die Röhrenleitungen. 36. Luftansammler (Regulatoren). 37. Allgemeines über stoßende Bohrmaschinen. 38. Maschine von Sachs. 39. Maschine von Dubois & François. 39a. Meyersche Maschine. 40. Maschine von Schram und Mahler. 41. Fröhlichsche Maschine. 42. Jägersche Ma- schine. 43. Maschine der Duisburger Maschinenfabrik. 44. Ma- schine von Paul Hoffmann. 45. Maschine von Broszmann und Kachelmann. 46. Maschine von Flottmann. 47. Ma- schinen ohne Steuermechanismus. 48. Andere Maschinen. 49. Elektrische Bohrmaschinen. 50. Maschine von Depoele. 51. Maschine Marvin. 52. System Siemens & Halske. 53. Die elektrische Bohrmaschine von Bladrey. 54. Fahrbahre Gestelle. 55. Gestelle für Schachtabteufen. 56. Tragbare Streckengestelle. 57. Resultate der Arbeit mit stoßenden Bohrmaschinen.	

	Seite
β. Drehende mechanische Bohrmaschinen. . . . .	187
58. Maschine von de la Roche-Tolay. 59. Die Bohrmaschine von Brandt. 60. Leistung und Kosten der Brandtschen Maschine. 61. Gesteins-Drehbohrmaschine nach E. Jarolimek. 62. Maschine von Trautz. 63. Die elektrische Drehbohrmaschine von Siemens & Halske. 64. Elektrische Drehbohrmaschine System Thomson-Houston. 65. Union-Bohrmaschine.	
B. Das Wegtun der Bohrlöcher . . . . .	197
66. Gezähe und Materialien. 67. Das Pulver. 68. Das Sprengöl. 69. Dynamit. 70. Sprenggelatine. 71. Das Gelatinedynamit oder Dynamit (neu). 72. Schießbaumwolle. 73. Kinetit. 74. Hellhoffit und Carbonit. 75. Roburit und Sekurit. 76. Petragit. 77. Sonstige Sprengstoffe. 78. Flammensichere Sprengmaterialien. 79. Knalltemperatur. 80. Die mechanische Arbeit der Sprengstoffe. 81. Kraftmesser für Sprengstoffe. 82. Patronen. 83. Die Zünderarten. 84. Die elektrische Zündung. 85. Die Leitungsdrähte. 86. Der Zünder. 87. Vorteile der elektrischen Zündung. 88. Anzünden der Bohrlöcher in Schlagwettergruben.	
C. Regeln für die Ausführung der Sprengarbeit. . . .	238
89. Erlernung und Beurteilung der Sprengarbeit. 90. Ansetzen der Bohrlöcher.	
D. Anhang . . . . .	240
91. Maschinen zum Auffahren ganzer Strecken. 92. Ersatz für die Sprengkraft.	
6. Das Feuersetzen . . . . .	245
93. Anwendung des Feuersetzens.	
7. Arbeit mit Wasser . . . . .	246
94. Ausdehnende Wirkung. 95. Auflösende Wirkung. 96. Fortschaffende Wirkung.	
Literatur . . . . .	247
<b>Dritter Abschnitt . . . . .</b>	<b>249</b>
Abbau der Lagerstätten . . . . .	249
1. Einleitung.	
A. Grubenbau . . . . .	249
2. Allgemeines.	
1. Kap. Stollen und Strecken . . . . .	250
3. Stollen. 4. Mittel zur Beschleunigung des Stollenbetriebes. 5. Benennungen. 6. Regeln für die Anlage eines Stollens. 7. Strecken.	
2. Kap. Schächte . . . . .	255
8. Zweck und Benennung. 9. Richtschächte und tonnlägige Schächte. 10. Querschnittsformen. 11. Einteilung der Schachtscheibe in Trümmer. 12. Querschnitte der Trümmer. 13. Zwillingschächte. 14. Wahl des Ansatzpunktes. 15. Entfernung der Schächte. 16. Das Abteufen der Schächte. 17. Abteufen bei gleichzeitiger Förderung. 18. Beschleunigung des Schachtabteufens. 19. Leistungen beim Schachtabteufen. 20. Schachtabteufen mit Diamantbohrern.	



	Seite
<b>3. Kap. Maßregeln zur Sicherung der Baue gegen Wasserdurchbruch</b> . . . . .	267
21. Vorbohren. 22. Sicherheitspfeiler.	
<b>4. Kap. Ausrichtung und Vorrichtung</b> . . . . .	267
23. Ausrichtung flachliegender Lager und Flötze. 24. Ausrichtung von steil einfallenden Lagerstätten. Sohlenbildung. 25. Sohlenabstände und deren Bestimmung. 26. Sohlenbildung von unten nach oben. 27. Betrieb der Vorrichtungsstrecken. 28. Unterwerksbau.	
<b>5. Kap. Abbau</b> . . . . .	273
29. Allgemeines. 30. Einteilung der Abbaumethoden. 31. Einfluß des Abbaues auf die Tagesoberfläche. 32. Bemessung der Sicherheitspfeiler. 33. Einfluß der Mächtigkeit der Zwischenmittel auf den Abbau.	
<b>1. Abbaumethoden mit Bergeversatz</b> . . . . .	277
34. Strossenbau. 35. Allgemeines über Firstenbau.	
<i>a. Firstenbau auf Gängen</i> . . . . .	279
36. Allgemeines. 37. Feldortstreckenbetrieb. 38. Umbruchstreckenbetrieb. 39. Abbau mit Firstenmitteln. 40. Vorrichtung des Firstenbaues durch Überbrechen. 41. Betrieb der Stöße. 42. Förderrollen. 43. Verfüllen mit Bergen und Ausbau der Firsten. 44. Seitenfirstenbau.	
<i>b. Firstenbau in Steinkohlenflötzen</i> . . . . .	286
45. Bedingungen für die Anwendbarkeit. 46. Firstenbau in Nordfrankreich und Belgien. 47. Firsten- und Stoßbau in Westfalen und Saarbrücken.	
<i>c. Querbau</i> . . . . .	293
48. Allgemeines. 49. Querbau in Steinkohlenflötzen. 50. Abbau im Staßfurter Kalisalzlager.	
<i>d. Strebbau</i> . . . . .	297
51. Allgemeines. 52. Streichender Strebbau. 53. Leistungen und Kosten. 54. Schwebender Strebbau. 55. Leistungen und Kosten. 56. Diagonaler Strebbau. 57. Abbau des Mansfelder Kupferschieferflötzes.	
<i>e. Strebbau mit Pfeilern</i> . . . . .	303
58. Allgemeines. 59. Strebbau mit Pfeilern in England. 60. Rückbau langer Strebstöße in England.	
<i>f. Weitungsbau mit Bergeversatz</i> . . . . .	306
61. Weitungsbau im Rammelsberge bei Goslar.	
<b>2. Abbaumethoden ohne Bergeversatz</b> . . . . .	306
62. Allgemeines.	
<i>a. Pfeilerbau</i> . . . . .	307
63. Anwendbarkeit des Pfeilerbaues. 64. Regeln für den Pfeilerbau.	
<i>α. Streichender Pfeilerbau</i> . . . . .	309
65. Allgemeines. 66. Ansetzen der Abbaustrecken. 67. Bremsbergbetrieb. 68. Rollochsbetrieb. 69. Größe der Abbaufelder. 70. Abbau der Pfeiler. 71. Rauben der Zimmerung. 72. Abbau der	

	Seite
Pfeiler in den mächtigen Flötzen Oberschlesiens. 73. Leistungen und Kosten.	
$\beta$ . Diagonaler und schwebender Pfeilerbau . . . . .	316
74. Anwendbarkeit. 75. Leistungen und Kosten.	
$\gamma$ . Beispiele von Pfeilerbau . . . . .	317
76. Pfeilerbau in England.	
$\delta$ . Pfeilerbau in Kohlenflötzen mit Bergemitteln.	
77. Geringe Mächtigkeit des Bergemittels. 78. Größere Mächtigkeit des Bergemittels.	
$\epsilon$ . Pfeilerbau in Braunkohlenflötzen . . . . .	325
79. Pfeilerabbau im Bezirke des Oberbergamtes Halle. 80. Pfeilerabbau in Böhmen.	
$\zeta$ . Pfeilerabbau mit Aufrechthaltung des Hangenden . . . .	321
81. Allgemeines. 82. Örterbau. 83. Pfeilerabbau mit Ausmauerung oder Bergeversatz. 84. Örterbau auf Steinsalzlagern.	
<i>b. Stockwerksbau</i> . . . . .	329
85. Allgemeines.	
<i>c. Weitungsbau mit Bergeversatz</i> . . . . .	330
86. Weitungsbau von unten nach oben. 87. Säulen- oder Ulmenbau. 88. Weitungsbau von oben nach unten.	
<i>d. Andere Abbaumethoden</i> . . . . .	332
89. Tummelbau. 90. Duckelbau. 91. Abbau von Butzen. 92. Bruchbau. 93. Sinkwerksbau. 94. Wehre. 95. Veröffnung der Sinkwerke. 96. Versiedung. 97. Sinkwerksbetrieb in Norddeutschland.	
B. Tagebau . . . . .	337
6. Kap. Oberflächlicher Tagebau . . . . .	337
98. Allgemeines. 99. Gräbereien. 100. Seifenwerke.	
7. Kap. Aufdeckarbeit . . . . .	339
101. Kühlenbau. 102. Aufdeckarbeit von größerer Ausdehnung. 103. Vorteile und Nachteile der Aufdeckarbeit. 104. Allgemeine Regeln für Anlage und Betrieb eines Tagebaues. 105. Wasserhaltung und Förderung. 106. Beispiele von Tagebauen. 107. Pingenbau.	
Literatur . . . . .	343
<b>Vierter Abschnitt</b> . . . . .	345
Förderung . . . . .	345
1. Einleitung.	
A. Grubenförderung . . . . .	446
I. Förderung in den Grubenbauen bis zum Schachte . . . .	346
1. Förderung auf wenig geneigten oder horizontalen Bahnen	346
2. Allgemeines.	
1. Kap. Tragende und schleppende Förderung . . . . .	347
3. Tragende Förderung. 4. Schleppende Förderung.	

	Seite
<b>2. Kap. Rollende Förderung</b> . . . . .	348
<i>a. Geräte</i> . . . . .	348
5. Einräderige Karren. 6. Zweiräderige Karren. 7. Hunte (Wagen). 8. Beispiele von Wagenkonstruktionen. 9. Förderwagen mit schiefen Kasten. 10. Gestellwagen. 11. Bühnenwagen. 12. Kipp- wagen. 13. Muldenwagen. 14. Räder. 15. Achsen. 16. Schmieren der Wagen.	
<i>b. Förderbahnen</i> . . . . .	361
17. Deutsches Gestänge. 18. Spurweite. 19. Englischs Gestänge. 20. Befestigung der Flügelschienen auf eisernen Schwellen. 21. Runde gewalzte Schienen. 22. Befestigung der Flügelschienen auf der Sohle. 23. Sonstige Regeln für das Legen der Schienen. 24. Neigung der Förderbahnen. 25. Neigung der Förderbahnen für selbständiges Abrollen der Wagen. 26. Hängende Förder- bahnen.	
<i>c. Bahnwechsel.</i> . . . . .	369
27. Feste Weichen. 28. Zungenweichen. 29. Stoßweichen. 30. Dreh- scheiben. 31. Wendeplätze.	
<b>3. Kap. Förderkräfte und Leistungen</b> . . . . .	393
32. Förderung mit Menschen. 33. Pferdeförderung. 34. Pferde- ställe unter Tage. 35. Leistung und Kosten der Pferde- und Schlepperförderung. 36. Allgemeines über maschinelle Strecken- förderung. 37. Förderung mit Vorder- und Hinterseil. 38. För- derung aus Nebestrecken. 39. Förderung mit Seil und Gegen- seil. 40. Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende. 41. Förderung mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseile (Verbindungsseile). 42. Förderung mit schwebender Kette. 43. Förderung mit auf- liegendem Seil. 44. Verbindung von Seil und Kette. 45. Kurven- und Tragrollen. 46. Rentabilitätsberechnung. 47. Lokomotiv- förderung. 48. Honigmanns feuerlose Lokomotive. 49. Luft- lokomotiven. 50. Elektrische Lokomotiven. 51. Anwendbarkeit und Einrichtung der Schiffsförderung.	
<b>2. Abwärts gehende Förderung</b> . . . . .	401
<b>4. Kap. Bremsberge</b> . . . . .	401
52. Allgemeines über Bremsberge. 53. Bremsgestelle. 54. Gegen- gewichte. 55. Bremshaspel. 56. Zweitrümmige Bremsberge. 57. Einrümmige Bremsberge. 58. Seile und Ketten beim Brems- bergbetriebe. 59. Bremsbergförderung mit Seil oder Kette ohne Ende. 60. Verschluß der Bremsberge. 61. Ausnutzung der Brems- kraft.	
<b>3. Aufwärts gehende Streckenförderung</b> . . . . .	414
62. Allgemeines. 63. Zweitrümmige geneigte Förderung. 64. Ein- trümmige geneigte Förderung. 65. Förderkräfte.	
<b>II. Schachtförderung</b> . . . . .	417
66. Allgemeines.	
<b>1. Apparate</b> . . . . .	417
<b>5. Kap. Seile und Ketten</b> . . . . .	417
67. Geschichtliches. 68. Hanf- und Aloëseile. 69. Ketten. 70. Draht-	

seile. 71. Verjüngte Seile. 72. Verschlussene Drahtseile. 73. Vergleich der Drahtseile aus Eisen, Stahl und Bronze. 74. Mittel zur Schonung der Seile. 75. Verbindung der Seile mit dem Fördergefäße. 76. Verbindung zerrissener Seile.

<b>6. Kap. Fördergefäße, sowie Vorrichtungen zum Leiten, Füllen und Entleeren derselben . . . . .</b>	<b>427</b>
<i>a. Schachtfördergefäße . . . . .</i>	<i>427</i>
77. Kübel und Tonnen. 78. Füllörter.	
<i>b. Gefäße, welche ohne Fördergestell zur Strecken- und Schachtförderung gebraucht werden. . . . .</i>	<i>430</i>
79. Wagen und Kasten. 80. Andere Methoden zum Entleeren der Tonnen und Kübel.	
<i>c. Fördergestelle und deren Leitungen . . . . .</i>	<i>431</i>
81. Fördergestelle. 82. Leitungsvorrichtungen. 83. Leitungen aus Drahtseilen. 84. Befestigung der Wagen in den Fördergestellen. 85. Selbsttätige Auswechselung der Wagen auf den Fördergestellen. 86. Verschuß der Gestelle oben und an den Seiten. 87. Verbindung der Gestelle mit dem Seile.	
<b>7. Kap. Aufsetzen der Fördergestelle . . . . .</b>	<b>439</b>
88. Allgemeines. 89. Aufsatzvorrichtungen mit drehbaren Stützen. 90. Vorrichtungen zum Aufhängen der Förderkörbe. 91. Riegel. 92. Hydraulische Schachtfallen von Frantz. 93. Hydraulische Schachtfallen von Rosenkranz. 94. Schachtfälle von Ochswadt. 95. Schachtfälle mit Kniehebel von Stauß. 96. Sonstige Schachtfallen.	
<b>8. Kap. Sonstige Einrichtungen bei der Gestelleförderung . . . . .</b>	<b>450</b>
97. Abschwächung des Stoßes beim Aufsetzen des unteren Gestelles. 98. Verhütung des Überwindens über die Seilscheibe. 99. Schachtverschuß. 100. Wetterdichte Schachtverschlüsse. 101. Abfertigen der Fördergestelle. 102. Förderung mit mehrbödigen Gestellen. 103. Kontrollvorrichtungen. 104. Signale.	
<b>2. Maschinen mit Zubehör . . . . .</b>	<b>462</b>
<b>9. Kap. Haspelförderung . . . . .</b>	<b>462</b>
105. Haspel mit und ohne Vorgelege. 106. Mechanisch betriebene Haspel.	
<b>10. Kap. Göpelförderung . . . . .</b>	<b>463</b>
107. Erklärung. 108. Pferdegöpel. 109. Hydraulische Göpel. 110. Dampföpel und elektrische Fördermaschinen.	
<b>11. Kap. Seilscheiben und Fördergerüste . . . . .</b>	<b>465</b>
111. Seilscheiben. 112. Förder- oder Seilscheibengerüste.	
<b>12. Kap. Seilkörbe . . . . .</b>	<b>468</b>
113. Allgemeines. 114. Zylindrische Treibkörbe für Rundseile.	
<b>13. Kap. Ausgleichung des Seilgewichtes . . . . .</b>	<b>470</b>
115. Allgemeines. 116. Förderung mit Unterseil. 117. Förderung mit Ausgleichsseil nach Lindenberg und Meinicke. 118. Bau-	

	mannsche Seilklemme. 119. Ausgleichung durch Gewichte. 120. Konische Seilkörbe. 121. Spiralkörbe. 122. Bobinen. 123. Zusammenstellung.	Seite
<b>14. Kap. Besondere Fördermethoden</b>		477
	124. Koeperische Fördermaschine. 125. Pneumatische Förderung.	
<b>B. Tagesförderung</b>		481
<b>15. Kap. Förderung bis zur Sturzbühne und Entleeren der Förderwagen</b>		481
	126. Rücklaufbahnen. 127. Ketten und Seilförderung. 128. Pferde, Lokomotiven und andere Einrichtungen. 129. Entleeren der Förderwagen ohne Sturzvorrichtung. 130. Selbsttätige Ausstürzvorrichtung. 131. Sturz- und Kreiselwipper. 132. Fahrbare Wipper. 133. Bewegen der Eisenbahnwagen.	
<b>16. Kap. Förderung der Berge</b>		486
	134. Anwendung von Bergerollen und Seilbahnen.	
<b>17. Kap. Drahtseilbahnen</b>		487
	135. Allgemeines. 136. Drahtseilbahnen mit einem Seile ohne Ende. 137. Drahtseilbahnen mit Treibseil und Leitseil. 138. Drahtseilbahn von Kimberley.	
<b>18. Kap. Beleuchtung der Tagesanlagen</b>		493
	139. Lampen und Leuchtkörbe. 140. Leuchtöfen.	
<b>Literatur</b>		494
<b>Fünfter Abschnitt</b>		496
<b>Fahrung</b>		496
	1. Einleitung.	
<b>1. Kap. Fahrung ohne Maschinenkraft</b>		496
	2. Stiegen oder Treppen. 3. Rutschen oder Rollen. 4. Fahrten.	
<b>2. Kap. Fahrkünste</b>		499
	5. Allgemeines. 6. Doppeltrümmige Fahrkünste. 7. Eintrümmige Fahrkünste. 8. Andere Systeme von Fahrkünsten. 9. Gestänge. 10. Führungen und Fangvorrichtungen.	
<b>3. Kap. Fahrung im Förderschachte</b>		504
	11. Seilfahrung in Schächten.	
	<b>A. Fangvorrichtungen</b>	504
	12. Allgemeines. 13. Weniger gebräuchliche Fangvorrichtungen. 14. Die Fangvorrichtungen nach dem System Fontaine. 15. Fangvorrichtung von Lohmann und Calow. 16. System White und Grant. 17. Gezahnte Räder. 18. Fangvorrichtung von Hohendahl. 19. Allmählich wirkende Fangvorrichtungen nach dem System Fontaine. 20. Trennung des Korbes von der Fangvorrichtung. 21. Keilfangvorrichtungen. 22. Die Fangvorrichtung	

von Benninghaus zu Sterkrade. 23. Münznersche Fangvorrichtung. 24. Cousinscher Fangapparat. 25. Die Fallbremse des Maschinenfabrikanten Hoppe in Berlin. 26. Fangvorrichtung von Lessing. 27. Fangvorrichtung von C. Kuntze. 28. Andere Fangvorrichtungen. 29. Die Fangvorrichtung für Drahtseilleitungen.

B. Sonstige Einrichtungen zur Fahrung im Förderschachte . . . . . 519

30. Vorrichtung zum Kontrollieren der Fördergeschwindigkeit. 31. Fahrung mittels verdünnter Luft.

#### 4. Kap. Leistungen der verschiedenen Fahrmethoden und Vergleich derselben . . . . . 520

32. Vergleich zwischen Fahrten und Fahrkünsten. 33. Vergleich zwischen Fahrkünsten und Seilfahrung.

Literatur . . . . . 522

### Sechster Abschnitt . . . . . 524

Grubenausbau . . . . . 524

1. Allgemeines.

A. Zimmerung oder Ausbau in Holz . . . . . 525

#### 1. Kap. Material und Gezähe . . . . . 525

2. Die verschiedenen Holzarten. 3. Dauer des Holzes. 4. Umstände, von denen die Dauer des Holzes abhängt. 5. Zersetzung des Holzes. 6. Entfernen der Säfte und Aufbewahrung des Holzes. 7. Erhaltung des Holzes durch Zuführung frischer Wetter, Anstreichen und Verkohlen. 8. Bewässerung. 9. Äußerliche Anwendung von Kochsalzlösung. 10. Umänderung der Säfte durch Tränken des Holzes mit Salzlösungen u. s. w. 11. Gezähe.

#### 2. Kap. Zimmerung in Strecken . . . . . 532

12. Türstockszimmerung. 13. Polnische Türstockszimmerung. 14. Schwedische Türstockszimmerung. 15. Deutsche Türstockszimmerung. 16. Verziehen der Felder und Verbindung der Türstöcke unter sich. 17. Herstellen der Türstöcke.

#### 3. Kap. Zimmerung in Abbauen . . . . . 538

18. Allgemeines. 19. Stempelzimmerung. 20. Rauben der Zimmerung. 21. Firsten- und Strossenkasten.

#### 4. Kap. Zimmerung in Schächten bei festem Gebirge . . . . . 542

22. Allgemeines. 23. Schrotzimmerung. 24. Bolzenschrotzimmerung. 25. Brechen der Jöcher. 26. Legen der Gevierte. 27. Das Einbringen der Wandruten. 28. Das Verstempeln. 29. Verzimmerung in flachen Schächten. 30. Reifenschächte.

#### 5. Kap. Getriebezimmerung . . . . . 547

a. Getriebearbeit in Strecken . . . . . 547

31. Türstockgetriebe. 32. Regeln für die Getriebearbeit. 33. Älteres Verfahren bei schwimmendem Gebirge. 34. Verkeilen des Orts-

	Seite
stoßes. 35. Anwendung gußeiserner Kasten. 36. Getriebe mit eisernen Bogen.	
<i>b. Getriebearbeit in Schächten</i> . . . . .	551
37. Allgemeines. 38. Sinking by piling. 39. Anwendung von Wellblech und Eisen. 40. Verwahren der Schachtsohle. 41. Herstellen eines Vorgestümpfes.	
B. Ausbau in Eisen . . . . .	557
42. Material.	
6. Kap. Eisenausbau in Strecken . . . . .	557
43. Verschiedene Arten der Anwendung des Eisens als Kappe.	
44. Ausbau größerer Räume mit eisernen Kappen. 45. Streckenbogen. 46. Kosten des Ausbaues mit Streckenbogen. 47. Ausbau größerer Räume mit Bogen. 48. Eisenausbau in Gouley bei Aachen. 49. Verwendbarkeit des Eisenausbau.	
7. Kap. Eisenausbau in Schächten . . . . .	562
50. Eisenausbau. 51. Kosten des Ausbaues mit eisernen Ringen und Leistungen beim Abteufen.	
C. Mauerung oder Ausbau in Stein . . . . .	565
8. Kap. Material . . . . .	565
52. Allgemeines.	
<i>a. Steine</i> . . . . .	566
53. Natürliche Steine. 54. Künstliche Steine.	
<i>b. Der Mörtel</i> . . . . .	567
55. Lufmörtel. 56. Wasserkalk. 57. Hydraulischer Mörtel. 58. Traßmörtel. 59. Natürlicher oder Romanzement. 60. Künstlicher oder Portlandzement. 61. Beton. 62. Monier-Mauerung.	
9. Kap. Mauerung in Strecken und Abbauen . . . . .	570
63. Mauerungsarten. 64. Scheibenmauerung in Füllörtern, Hauptquerschlägen u. s. w. 65. Gewölbemauerung. 66. Tragewerk und Wasserseige. 67. Mauerstärke und verlorene Zimmerung.	
10. Kap. Gewöhnliche Ausmauerung von Schächten . . . . .	574
68. Allgemeines. 69. Mauerung in einem Stücke. 70. Absatzweise Ausmauerung. 71. Kosten des absatzweisen Ausmauerns und Leistungen.	
D. Wasserdichter Ausbau . . . . .	578
72. Allgemeines.	
11. Kap. Wasserdichter Ausbau in festem Gebirge mit mäßigem Wasserreichtum . . . . .	579
<i>a. Wasserdichter Ausbau (Cuvelage) in Holz</i> . . . . .	579
73. Beschreibung des Verfahrens. 74. Einbringen der Keilkränze. 75. Aufsetzen der Cuvelagekränze und Betonieren. 76. Einbringen des Anschlußkranzes. 77. Beendigung der Arbeit. 78. Andere Arten des wasserdichten Ausbaues in Holz.	
<i>b. Wasserdichter Ausbau (Cuvelage) in Gußeisen</i> . . . . .	582
79. Beschreibung des Verfahrens. 80. Keilkränze. 81. Tubbings.	

82. Verdichten der Fugen. 83. Verbindung des Wassers in den verschiedenen Absätzen. 84. Maße der Aufsatzkränze. 85. Wasserhaltung. 86. Anbringen der Lager und Leitungen. 87. Auswechseln gebrochener Segmente.

- c. Wasserdichte Ausmauerung.* . . . . . 586  
 88. Allgemeines. 89. Steine und Mörtel. 90. Form der Schächte. 91. Mauerstärke. 92. Mauerverband. 93. Mauerfuß. 94. Arbeitsbühne. 95. Regeln für die Ausmauerung. 96. Erhärten der Mauer. 97. Abteufpumpen. 98. Cuvelage aus Bruch- und Zementsteinen.

## 12. Kap. Wasserdichter Ausbau in festem Gebirge mit starken Wasserzuffüssen. — Bohrschächte . . . . . 593

99. Allgemeines und Geschichtliches.  
*a. Bohrschächte nach dem Systeme Kind-Chaudron* . . . . . 595  
 100. Einrichtungen und Apparate über Tage. 101. Bohrer. 102. Schlammöffel. 103. Gestänge. 104. Sonstige Einrichtungen. 105. Die Cuvelage. 106. Aufhängen und Senken der Cuvelage. 107. Gleichgewichtsboden. 108. Gleichgewichtsröhre. 109. Moosbüchse. 110. Verfahren beim Senken. 111. Betonieren. 112. Fertigstellung des Schachtes. 113. Verändertes Kind-Chaudronsches Verfahren. 114. Schlußbemerkungen.  
*b. Kosten der Bohrschächte und Leistungen beim Abbohren* . . . 606  
 115. Vergleich der Methoden unter sich und mit gewöhnlichem Abteufen. 116. Allgemeine Vorteile der Bohrschächte.

## 13. Kap. Wasserdichter Ausbau in wasserreichem, rolligem Gebirge . . . . . 609

- A. Senkschächte . . . . . 609  
 117. Allgemeines. 118. Abteufen mit Wasserhaltung. 119. Abteufen in toten Wassern. 120. Gestänge. 121. Motoren für das Drehen des Sackbohrers. 122. Einrichtungen über Tage. 123. Material für den Ausbau. 124. Weite und Form der Senkschächte. 125. Sinken des Ausbaues.  
*a. Gemauerte Senkschächte* . . . . . 615  
 126. Der Rost und die Verankerung. 127. Brettverschalung. 128. Mantel von Eisenblech. 129. Anbringen der Schachthölzer. 130. Abteufpumpen. 131. Gemauerter Senkschacht auf dem Bernsteinbergwerke bei Nortyken. 132. Wandstärke und Kosten.  
*b. Gußeiserne Senkschächte* . . . . . 619  
 133. Allgemeines. 134. Beispiele von Senkschächten.  
*c. Senkschächte aus Eisenblech.* . . . . . 624  
 135. Allgemeines. 136. Dimensionen und Gewicht der Zylinder. 137. Einpressen des Ausbaues. 138. Bohrarbeit.  
*d. Anwendung von Preßluft beim Abteufen der Senkschächte* . . 625  
 139. Luftschleuse. 140. Die Einwirkung der Preßluft auf den menschlichen Organismus.  
*e. Abschluß des Fußes der Senkschächte* . . . . . 628  
 141. Abschluß ohne besondere Vorkehrungen. 142. Abschluß bei fester, unebener Sohle. 143. Weitere Sicherung des Fußes.



	Seite
B. Besondere Methoden des Abteufens im Schwimmsande . . .	630
144. Gefrierverfahren von Poetsch. 145. Abteufen mit Tauchern.	
146. Verfahren von Honigmann-Aachen. 147. Verfahren von Guibal.	
Literatur . . . . .	640
<b>Siebenter Abschnitt . . . . .</b>	<b>641</b>
Wasserhaltung . . . . .	641
1. Einleitung.	
A. Wassergewältigung . . . . .	642
1. Kap. Feststehende Pumpen . . . . .	642
2. Allgemeines. 3. Arten der Pumpen. 4. Beutelpumpen. 5. Saugpumpen. 6. Hubpumpen. 7. Druckpumpen. 8. Gang der Druckpumpen. 9. Differentialpumpen oder verjüngte Pumpen. 10. Vereinigte Pumpensätze. 11. Perspektivpumpen von Althans und Rittinger. 12. Rittingsätze mit Gestänge. 13. Vorteile der doppelt wirkenden Pumpen. 14. Ventilkasten. 15. Ventiltüren. 16. Verlagerung der Pumpen. 17. Verlagerung der Steigeröhren. 18. Anordnung der Drucksätze. 19. Einbau der Pumpen. 20. Einrichtung der Sumpfstrecken.	
2. Kap. Pumpenröhren . . . . .	657
21. Steigeröhren. 22. Kolbenröhren. 23. Saugröhren. 24. Schutz der Pumpenröhren gegen Zerstörung durch saure Wasser.	
3. Kap. Kolben . . . . .	660
25. Durchbrochene Kolben. 26. Massive Kolben.	
4. Kap. Ventile . . . . .	663
27. Allgemeines. 28. Die verschiedenen Ventilarten.	
5. Kap. Gestänge . . . . .	669
29. Allgemeines. 30. Holzgestänge. 31. Geradföhrung der Holzgestänge. 32. Fangvorrichtungen und Fanglager. 33. Verbindung des Gestanges mit dem Kolben. 34. Eiserne Gestänge. 35. Föhrungen. 36. Übergabelung und Verbindung mit dem Mönchskolben. 37. Hydraulisches Schachtgestänge.	
6. Kap. Regulierung des Gestängengewichtes . . . . .	679
38. Allgemeines. 39. Gewichtsausgleichung.	
7. Kap. Kraftübertragung für horizontale und schwach geneigte Richtung . . . . .	680
40. Betrieb von Pumpen in Nebenschächten mittels Seilübertragung. 41. Wasserübertragung für Pumpen in Nebenschächten. 42. Luftübertragung für Pumpen in Nebenschächten. 43. Feldgestänge, Kunstkreuze und Seilübertragung.	
8. Kap. Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen . . . . .	683
44. Allgemeines. 45. Rundlaufende Maschinen. 46. Rundlaufende	

	Seite
Wassersäulenmaschinen. 47. Wassersäulenmaschinen mit künstlich erzeugtem Druck. 48. Nichttrundlaufende unterirdische Wasserhaltungsmaschinen. 49. Elektrischer Antrieb für Wasserhaltungsmaschinen.	
<b>9. Kap. Abteufpumpen</b> . . . . .	692
50. Allgemeines. 51. Feste Abteufpumpen mit Schläuchern. 52. Bewegliche Abteufpumpen mit Schläuchern. 53. Bewegliche Abteufpumpen ohne Schläuchern. 54. Wasserlosung mit Hilfe eines Bohrlochs. 55. Tomsons Verfahren.	
<b>10. Kap. Andere Mittel zur Wasserhaltung</b> . . . . .	696
56. Allgemeines. 57. Wasserhebung mit Eimern und Schaufeln. 58. Strahlpumpe. 59. Pulsometer oder kolbenlose Dampfpumpen. 60. Heber. 61. Wasserhebung am Förderseile.	
<b>B. Verdämmung</b> . . . . .	703
<b>11. Kap. Verdämmung in Strecken</b> . . . . .	703
62. Allgemeines. 63. Balkendämme. 64. Keilverspündungen. 65. Massive Mauerkörper. 66. Zylinder- und Kugeldämme. 67. Dämmtüren.	
<b>12. Kap. Verdämmung in Schächten</b> . . . . .	703
68. Hölzerne Verdämmung. 69. Gemauerte Dämme.	
<b>Literatur</b> . . . . .	709
 <b>Achter Abschnitt</b> . . . . .	 711
Wetterlehre . . . . .	711
Einleitung . . . . .	711
1. Wetter und Wetterlehre.	
<b>1. Kap. Entstehung und Arten der schlechten Wetter. — Kohlenstaub</b> . . . . .	711
2. Entstehung der schlechten Wetter. 3. Luftverbrauch in der Grube. 4. Chemisches Temperament einer Grube. 5. Matte Wetter. 6. Böse Wetter. 7. Gasarten. 8. Kohlensäure. 9. Kohlenoxydgas. 10. Schwefelwasserstoffgas. 11. Schlagende Wetter. 12. Vorkommen des Grubengases. 13. Gasausströmung in Braunkohlengruben. 14. Austritt des Grubengases. 15. Die bei der Explosion schlagender Wetter entstehenden Gase. 16. Einfluß des Barometerstandes. 17. Rückschlag. 18. Einfluß des Kohlenstaubes. 19. Mittel zur Beseitigung der Kohlenstaubgefahr.	
<b>2. Kap. Mittel zum Erkennen schlagender Wetter</b> . . . . .	726
20. Abprobieren. 21. Wetterzeichen. 22. Endosmose und Exosmose. 23. Indikator von B. Egger & Co. in Wien. 24. Lampe von Franz Clower. 25. Patent-Gasindikator von Liveing. 26. Gasentdecker (detector) von W. E. Garforth. 27. Formenophon. 28. Schlagwetter-Indikator von Reinhold Buhl. 29. Gasproben und deren Analyse. 30. Schlagwetterprüfer von Shaw.	

	Seite
<b>3. Kap. Mittel zur Beseitigung böser Wetter . . . . .</b>	<b>736</b>
31. Allgemeines. 32. Körnerscher Apparat.	
<b>4. Kap. Umlauf der Wetter in den Grubenbauen . . . . .</b>	<b>737</b>
33. Allgemeines. 34. Wettermenge. 35. Einfluß des Querschnittes und der Reibung. 36. Depression. 37. Gleichwertige Öffnung. 38. Manometrischer Wirkungsgrad. 39. Druckmesser.	
<b>5. Kap. Mittel zur Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges. . . . .</b>	<b>747</b>
40. Abschreiten mit einem offenen Lichte. 41. Anzünden von Pulver. 42. Wetterstationen. 43. Anemometer.	
1. Pendelanemometer von Dickinson. 2. Birams Anemometer. 3. Casellas Anemometer. 4. Das Anemometer von H. Recke. 5. Anemometer von Maess. 6. Anemometer von Robinson. 7. Apparat zur Bestimmung von Windgeschwindigkeiten von Krell.	
<b>6. Kap. Natürliche Wettererzeugung . . . . .</b>	<b>752</b>
44. Entstehung und Umsetzen des natürlichen Wetterzuges. 45. Beständiger natürlicher Wetterzug.	
<b>7. Kap. Künstliche Wettererzeugung . . . . .</b>	<b>753</b>
46. Aufstellung der Wettermaschinen über oder unter Tage.	
a. <i>Verdünnung der ausziehenden Wetter durch Erwärmung . .</i>	<i>755</i>
47. Das Kesseln. 48. Wetteröfen. 49. Einrichtung der Wetteröfen. 50. Wetterofen auf Grube Heinitz. 51. Vermehrung der Wettermenge durch Temperaturerhöhung. 52. Erwärmung durch Wasserdampf. 53. Körtings Dampfstrahlventilatoren.	
b. <i>Verdünnung des ausziehenden Wetterstromes durch saugende Wettermaschinen . . . . .</i>	<i>759</i>
54. Einteilung der Wettermaschinen. 55. Allgemeines über Depressionsmaschinen.	
<b>I. Schleuderräder . . . . .</b>	<b>760</b>
56. Allgemeines über Schleuderräder. 57. Kraftübertragung. 58. Rittingerrad. 59. Geißlerrad. 60. Wagnerrad. 61. Schiellerrad. 62. Schleuderräder von Waddle, Stevenson, Brunton und Colson. 63. Schleuderrad von Rateau. 64. Schleuderrad von Lambert. 65. Schleuderräder von Harzé und Gendebien. 66. Schleuderrad von Guibal. 67. Schleuderrad von Beer. 68. Schleuderrad von Dinnendahl. 69. Kleyrad. 70. Pelzerrad. 71. Schleuderrad von Moritz. 72. Turbinenventilator von Kräft. 73. Schleuderrad von Ser. 74. Schleuderrad von Winter. 75. Schleuderräder von Combes, Gallez, Tournaire, Letoret, Leverkus. 76. Schleuderrad von Capell. 77. Mortierrad. 78. Hintereinander und gemeinschaftlich arbeitende Wettermaschinen, 79. Einrichtungen für abwechselnde saugende und blasende Wirkung. 80. Kosten der Schleuderräder. 81. Manometrischer Wirkungsgrad einiger Schleuderräder.	
<b>II. Schraubenräder . . . . .</b>	<b>783</b>
82. Schraubenräder für Grubenzwecke.	

	Seite
<b>III. Kolbenräder . . . . .</b>	<b>783</b>
83. Nichtrundlaufende Kolbenmaschinen. 84. Rundlaufende Kolbenmaschinen.	
<i>c. Apparate zur Bewetterung einzelner Grubenbaue (Sonderbewetterung) . . . . .</i>	<i>785</i>
85. Wetterhut. 86. Wassertrommel. 87. Harzer Wettersatz. 88. Benutzung eines Wasserstrahles. 89. Wettertrommeln.	
1. Pelzers Handrad. 2. Wettermaschine von Root (Roots blower). 3. Mortierrad.	
90. Mechanisch betriebene Wettermaschinen für Sonderbewetterung.	
1. Anwendung von Preßluft. 2. Antrieb mit Wasser. 3. Elektrischer Antrieb.	
<b>8. Kap. Bewetterung der Grubenbaue . . . . .</b>	<b>792</b>
91. Allgemeines. 92. Bewetterung mit Durchhieben. 93. Sonderbewetterung mit Lutten auf Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg. 94. Verstärkung der Teilströme. 95. Direktes Einblasen von Preßluft. 96. Anwendung von Strahlapparaten. 97. Regeln für eine gute Wetterführung. 98. Teilung des Wetterstromes. 99. Wettertüren. 100. Wettergardinen. 101. Sicherheits- und Rettungstüren. 102. Wetterlutten. 103. Wetterscheider. 104. Wetterdämme. 105. Wetterbrücken. 106. Verschluß der Wetter-schächte. 107. Wetterrisse und Stammbäume.	
<b>9. Kap. Beleuchtung der Grubenräume . . . . .</b>	<b>806</b>
108. Feststehendes Licht. 109. Die elektrische feststehende Beleuchtung. 110. Tragbare Beleuchtung. 111. Theorie der Wetterlampen. 112. Allgemeine Grundsätze. 113. Luftzuführung. 114. Lampe von Davy. 115. Westfälische Lampe. 116. Lampe von Müsseler. 117. Lampe von Marsaut. 118. Wienpahls Wetterlampe. 119. Benzinlampe von Wolff und Hübner. 120. Streichholz- und elektrische Zündvorrichtungen. 121. Andere Lampenarten. 122. Tragbare elektrische Wetterlampen. 123. Verschluß der Wetterlampen. 124. Schroeders Patentverschluß. 125. Verschluß von Postolka und Eliasch. 126. Magnetischer Verschluß. 127. Verschluß von Albert Höing und Fritz Schmitz in Altendorf. 128. Andere Verschlüsse. 129. Wartung der Wetterlampen. 130. Schlußbemerkungen.	
<b>10. Kap. Grubenbrand. . . . .</b>	<b>831</b>
131. Entstehung durch Anbrennen der Zimmerung. 132. Ursachen der Selbstentzündung. 133. Einfluß des Nebengesteines auf Grubenbrände. 134. Branddämme. 135. Vorläufige Verdämmung. 136. Löschen der Grubenbrände. 137. Selbstentzündung der Kohle in Beständen.	
<b>11. Kap. Fahrung in bösen Wettern . . . . .</b>	<b>825</b>
138. Wettermasken. 139. Apparat von Robert. 140. Schwanns Apparat. 141. Fleuss-Apparat. 142. Pneumatophor. 143. Loeb's	

	Seite
Patent-Respirationsapparat. 144. Apparate von Combes und Kraft. 145. Niederdruckapparat von Rouquayrol-Denayrouze. 146. Tornister mit Beleuchtungsregulator. 147. Fahrbarer Hochdruckapparat. 148. Tornisterapparat. 149. Atmungsapparat von L. von Bremen & Co. in Kiel. 150. Verwendung des Sauerstoffes zu Rettungszwecken.	
Literatur . . . . .	848
Register . . . . .	851

## **Einleitung.**

---

**1. Allgemeines.** — Mit dem Worte »Bergbau« bezeichnet man solche Unternehmungen, welche die Gewinnung der an der Erdoberfläche oder im Innern der Erde vorkommenden »nutzbaren Fossilien«, also von Rohstoffen, bezwecken, zum Unterschiede von Fabrikunternehmungen, deren Aufgabe in der-Verarbeitung der Rohstoffe zu Handelswaren besteht.

Nutzbare Fossilien oder Mineralien sind solche Bestandteile der Erdoberfläche und des Erdinnern, welche im wirtschaftlichen Leben im weitesten Sinne des Wortes Verwertung finden können, nämlich Erze, Brennstoffe (Kohlen), Salze und sonstige Mineralien fester und erdiger, auch flüssiger Art (Quecksilber, Erdöl), sowie mehrerer Gesteinsarten, wie unterirdisch gewonnener Dachschiefer, Traß u. s. w.

Erze sind im Sinne des Bergbaues solche Mineralien, aus denen sich Metalle und Metallverbindungen fabrikmäßig mit Vorteil gewinnen lassen.

Im bergrechtlichen Sinne treten zu diesen eigentlichen, durch ihren Gehalt an Metallen gekennzeichneten Erzen noch die Schwefel-, Alaun- und Vitriolerze.

Die zum Zwecke des Bergbaues nötigen Veranstaltungen heißen Bergwerke.

Die Lehre über die zum Betriebe der Bergwerke erforderlichen Kenntnisse ist Gegenstand der Bergbaukunde. Dieselbe beschreibt alle Veranstaltungen zur Aufsuchung, Gewinnung und Förderung der nutzbaren Fossilien, sowie die zur Beseitigung der Hindernisse beim Bergwerksbetriebe anzuwendenden Mittel und stützt sich dabei auf die durch Erfahrung und Wissenschaft begründeten Regeln.

Für die Veranstaltung eines Bergwerksbetriebes ist es das erste Ordernis, die Art und Weise des Vorkommens der zu gewinnenden Stoffe, d. h. deren Lagerstätten, kennen zu lernen.

## 1. Kapitel. Die Lagerstätten.

**2. Erklärungen.** — Diejenigen mehr oder weniger deutlich abgesonderten Teile der festen Erdrinde, innerhalb deren sich die nutzbaren Mineralien befinden, heißen Lagerstätten. Dieselben haben verschiedene Form, Lage, Ausdehnung und Entstehungsweise.

Plattenförmige Lagerstätten, zu denen Gänge, Lager und Flötze gehören, sind solche, bei welchen die Ausdehnung nach Länge und Breite sehr viel größer ist, als die dritte Ausdehnung, nämlich der rechtwinklige Abstand der beiden Begrenzungsflächen oder die Mächtigkeit.

Das umgebende Gestein der Lagerstätten heißt Nebengestein, das Gestein unter der Lagerstätte das Liegende, über der Lagerstätte das Hangende. Bei Flötzen und Lagern wendet man wohl auch die Bezeichnungen Sohle bez. Dach an.

Ein Querschlag wird »in das Liegende« getrieben, wenn er im Hangenden einer Lagerstätte angesetzt wird und diese schließlich durchbricht. Geht der Querschlag von demselben Punkte aus in entgegengesetzte Richtung, so wird er »in das Hangende« getrieben. Dasselbe ist der Fall, wenn ein Querschlag von einem Punkte im Liegenden auf die Lagerstätte zu getrieben wird. Ist die Richtung von demselben Punkte aus die entgegengesetzte, so ist es ein Querschlag »in das Liegende«.

Jede in der Ebene der Lagerstätte gezogene horizontale Linie heißt Streichungslinie oder Streichlinie, jede in derselben Ebene rechtwinklig darauf stehende Linie die Fallungs- oder Falllinie der Lagerstätte.

Unter Streichen einer Lagerstätte versteht man denjenigen Winkel, welchen die Streichlinie mit dem magnetischen Meridian, unter Fallen oder Einfallen denjenigen Winkel, welchen die Falllinie mit ihrer Vertikalprojektion oder die Ebene der Lagerstätte mit einer Horizontalebene macht.

Generalstreichen bzw. Generalfallen ist der Durchschnitt mehrerer, unter sich verschiedener Streich- bzw. Fallwinkel derselben Lagerstätte.

Derjenige Teil einer Lagerstätte, welcher ganz oder nahezu an der Tagesoberfläche liegt, heißt Ausgehendes oder Ausbiß.

Die Ermittlung des Streichens oder Fallens geschieht mit Meßinstrumenten (Kompaß oder Gradbogen, Theodolit etc.).

Das Nähere darüber, sowie die rißliche Darstellung von Lagerstätten und Grubenbauten lehrt die Markscheidekunst.

**3. Unregelmäßigkeiten der Plattenform.** — Die Plattenform der Lagerstätten zeigt, wenn auch vielfach nur innerhalb mäßiger Grenzen, allenthalben Unregelmäßigkeiten, wie Anschwellung und Abnahme der Mächtigkeit — oder wie die technischen Ausdrücke lauten: »Auftun und Verdrücken« der Lagerstätte. Unter »Auskeilen« versteht man die Abnahme der Mächtigkeit bis zum gänzlichen Verschwinden der Lagerstätte. Im letzteren Falle ist die verschwundene Lagerstätte durch einen Besteg (vergl. 21, Abs. 5), d. h. durch eine dünne Lage einer leetigen Masse, ersetzt. Wenn diese fehlt, so berühren sich Hangendes und Liegendes unmittelbar.

Fernere Unregelmäßigkeiten sind in dem Wechsel des Streichens und Fallens begründet, wodurch die Platte häufig gebogen, geknickt, gefaltet u. s. w. erscheint.

Außerdem gibt es eine Anzahl Lagerstätten, deren äußere Form unregelmäßig gestaltet ist und welche sich nur durch ihre Ausdehnung unterscheiden. Dahin gehören: Stöcke und Stockwerke, Butzen, Nester und Nieren.

**4. Einteilung der Lagerstätten.** — Als Teile der festen Erdrinde sind die Lagerstätten ihrer wahren Natur nach nur zu verstehen, wenn man sie als geologische Gebilde auffaßt und demnach bei ihrer Betrachtung nicht allein ihre Form, sondern auch ihre übrigen Eigenschaften berücksichtigt.

Da die richtige wissenschaftliche Erkenntnis der Entstehung einer Lagerstätte auch für deren Auf- und Untersuchung eine wesentlich praktische Wichtigkeit hat, so ist die folgende, die genetischen Verhältnisse der Lagerstätten berücksichtigende und dem wissenschaftlichen Verständnisse förderliche Einteilung<sup>1)</sup> gewählt.

Gleichzeitig mit dem Nebengestein gebildet:

A. Geschichtete (sedimentäre) Lagerstätten.

B. Massige (eruptive) Lagerstätten.

Später als das Nebengestein gebildet:

C. Hohlraumausfüllungen.

D. Umgewandelte (metamorphische) Lagerstätten.

E. In das Gestein eingedrungene Lagerstätten.

Theoretisch sind sehr scharfe Grenzen zwischen den fünf Hauptgruppen von Lagerstätten vorhanden. Die meisten lassen sich auch mit großer Sicherheit der einen oder andern Abteilung zurechnen, bei einigen ist es aber zweifelhaft, wohin sie gehören, weil man über ihre geognostische Natur bis jetzt nur mangelhafte Kenntnis besitzt<sup>2)</sup>.

1) v. Groddeck, Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig 1879, S. 84. — Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1885, Nr. 22 u. 23.

2) v. Groddeck a. a. O. S. 85. Wabner in Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1891, S. 1. — Alle bis jetzt vorgeschlagenen Einteilungen der Lagerstätten leiden an gewissen Unvollkommenheiten, auch die hier gewählte, obgleich durch Einschalten der Abteilung E. einer der von Wabner gerügten Mängel abgestellt sein



Auch gibt es Lagerstätten, welche ihrer Entstehung gemäß zwei Abteilungen angehören, so die Oberschlesischen Erzlager (>Erzlager<), welche sowohl Höhlenfüllungen, als auch umgewandelte Lagerstätten sind.

### A. Geschichtete (sedimentäre <sup>1)</sup> Lagerstätten.

5. **Allgemeines.** — Die geschichteten Lagerstätten bekunden durch ihr räumliches Verhalten, durch ihre Beziehungen zu dem Nebengestein und durch die Natur ihres stofflichen Inhalts, besonders durch ihre der Schichtung des Nebengesteins parallele Struktur, daß sie sich entweder an der Tagesoberfläche, oder ebenso, wie geschichtete Gesteine, Kalksteine, Sandsteine, Schiefer u. s. w. durch allmählichen Absatz aus dem Wasser (Bodensatzbildungen nach Grimm<sup>2)</sup>), oder durch Auskristallisieren auf Grund verschiedener Löslichkeit (Salzlager) gebildet haben.

Zu den geschichteten Lagerstätten gehören die Flötze und die geschichteten Lager.

6. **Kennzeichen der Flötze und Lager.** — Flötze und geschichtete Lager sind plattenförmige Lagerstätten, welche selbständige Glieder im Schichtenverbande des Nebengesteins bilden; sie können aufgelagerte (Torf, Raseneisenstein etc.) oder eingelagerte sein. Im letzteren Falle sind sie stets jünger als ihr Liegendes und älter als ihr Hangendes.

Ferner ist es naturgemäß, daß Flötze und geschichtete Lager ursprünglich mehr oder weniger horizontal abgelagert wurden, später aber an allen Umformungen des Nebengesteins teilnehmen mußten.

7. **Ausdehnung und Mächtigkeit der Flötze.** — Flötze haben selbst bei geringer Mächtigkeit eine weite Erstreckung im Streichen und Fallen. Dieselbe beträgt bei dem Low main Coal in Newcastle und Durham mehr als 8,5 geogr. Meilen in der einen und 3—3,5 Meilen in der andern Richtung. Das Pittsburger Flötz am Ohio in Nordamerika bedeckt eine elliptische Fläche von 690 Quadratmeilen Inhalt<sup>3)</sup>.

Die Mächtigkeit ist sehr verschieden, sie wechselt, wenn man von sogen. >Schmitzen< absieht, von wenigen Centimetern bis zu 50 und 60 m<sup>4)</sup>. Das Hauptflötz in dem Bassin von Creuzot, s. Fig. 10, zeigt z. B. stellenweise

---

dürfte. Eine vollkommen genetische Einteilung, welche alle auf der Welt vorkommenden Lagerstätten umfaßt, wird erst gefunden werden können, wenn die Kenntnis aller Lagerstätten eine gründlichere sein wird. Über andere Einteilungen vergl. Höfer in Taschenbuch für Bergmänner 1897, Zeitschr. für praktische Geologie 1897, S. 113. — Gürich, ebenda 1899, S. 173. Österr. Zeitschr. 1901, S. 537.

1) Der in der Geognosie üblichen Ausdrucksweise entsprechend sind hierunter u. a. auch Torflager und Kohlenflötze begriffen, obgleich sie streng genommen Oberflächenbildungen und keine Sedimente sind.

2) v. Groddeck a. a. O. S. 9.

3) Mietzsch, Geol. der Kohlenlager. Leipzig 1875, S. 10.

4) Mietzsch a. a. O. S. 20.

eine, allerdings nicht ursprüngliche, sondern durch Faltung und Stauchung entstandene Mächtigkeit von 60 m, das Braunkohlenflötz bei Zittau in Sachsen eine solche von 47 m. Die Braunkohlenflötze sind meistens mächtiger, als die Steinkohlenflötze, deren Mächtigkeit in den wichtigsten Bergwerksrevieren, abgesehen von Oberschlesien, wo Flötze von 6 bis 8 m Mächtigkeit vorkommen, und von Zwickau, selten über 2 m steigt.

8. **Anzahl der Flötze.** — Charakteristisch für die Flötze der Steinkohlenformation zum Unterschiede von der Braunkohlenformation ist auch ihre große Anzahl. So zählt man an der Saar in dem westlichen Teile der Saarbrücker Schichten in einer Mächtigkeit von 2800 m 82 bauwürdige und 118 unbauwürdige, im östlichen Teile in einer Mächtigkeit von 1600 m 88 bauwürdige und 145 unbauwürdige, bei Mons in Belgien 117 bis 120 bauwürdige, an der Ruhr in einer Mächtigkeit von 2800 m 76 bauwürdige und 54 unbauwürdige, in Oberschlesien insgesamt 104 Flötze.

9. **Form der Flötze.** — Die Form der Flötze erscheint mitunter durch Anschwellungen der Mächtigkeit (Wulste), Verschmälerungen, Verdrückungen und vollständiges Auskeilen unregelmäßig. Bei einigen wulstartigen Ausbuchtungen, wie sie in einem Kohlenflötz von Rossitz (Mähren)<sup>1)</sup> nachgewiesen sind, füllt die Kohle plötzlich Vertiefungen von 1 m Breite und Tiefe aus. Ähnliche Auswüchse zeigen sich auch im Hangenden.

Anderseits können auch begleitende Gesteinsmassen vom Hangenden oder Liegenden her in das Flötz hineinragen, unter bezw. über denen sich dann das Flötz in geringerer Mächtigkeit hinwegbiegt oder an denselben abstößt. Außerdem kommt es vor, daß sackartige oder flußähnliche Vertiefungen im Flötz mit Sand oder Ton ausgefüllt sind, z. B. im Braunkohlenflötz der Grube Maria am Hirschberg bei Kassel.

Kommt bei mächtigen Flötzen ein sich mehrfach wiederholendes Auskeilen vor, so entstehen aneinander gereihte, durch taube Mittel voneinander getrennte, sogenannte Lagerstöcke oder liegende Stöcke.

10. **Eigentümlichkeiten der geschichteten Lager.** — Die geschichteten Lager, insbesondere die Kieslager, haben in der Regel nicht die große Ausdehnung der Flötze, vor allem nicht bei geringer Mächtigkeit. Es hängt dieser Umstand offenbar von der Erzmenge ab, welche bei der Bildung der Kieslager vorhanden war, vielleicht auch von der lokalen Natur des Zuflusses der Erzlösungen in Binnenseen, sowie von der Ausdehnung der letzteren. In dem Wasser war durch Niederschlag der vom Festlande herangeführten Schlammmassen das Liegende des zukünftigen Lagers geschaffen. Beim Zuströmen von Erzlösungen setzte sich das Erz in mehr oder weniger reinem Zustande zuerst ab und wurde seinerseits durch Schlamm oder Sand bedeckt, welche dann das Hangende bildeten.

Abweichend von dieser Erklärung kommt Klockmann nach eingehenden Studien der spanischen Kieslagerstätten zu dem beachtenswerten

1) Mietzsch, a. a. O. S. 17.

Schlusse, daß es nur eine einzige, alle Erscheinungen des Auftretens berücksichtigende Erklärung für sie gibt, nämlich daß sie konkretionäre Ausscheidungen innerhalb eines mit den chemischen Elementen des Pyrits geschwängerten Tonschieferschlammes sind<sup>1)</sup>.

Aus vorstehender Betrachtung läßt sich die praktische Folgerung ziehen, daß man beim Aufsuchen der Fortsetzung von Erzlagern nicht dieselbe Gewähr eines glücklichen Erfolges hat, wie etwa bei Steinkohlenflötzen, welche man sich nach Art der Torfmoore in weit ausgedehnten flachen Niederungen entstanden denkt, und welche sich deshalb auch in geringer Mächtigkeit auf weite Entfernungen hin erstrecken<sup>2)</sup>.

**11. Zusammensetzung der Flötze und Lager.** — Das Material, aus welchem Flötze und Lager bestehen, ist im Vergleich mit demjenigen der Gänge von sehr regelmäÙiger und auf weite Entfernung hin sich gleichbleibender, häufig sogar für ein bestimmtes Flötz oder Lager charakteristischer Beschaffenheit.

Nicht immer enthalten die in Rede stehenden Lagerstätten ein einziges, gleichartiges Material, sondern außer nutzbarem Fossil auch Zwischenlagen von taubem Gestein, bei Steinkohlenflötzen meistens aus reinem oder kohlehaltigem Schiefer — Brandschiefer — gebildet. Diese sogenannten Bergemittel oder Packen verändern sich in Bezug auf Anzahl und Mächtigkeit sehr bedeutend, indem mehrere derselben sich vereinigen, das eine oder andere, sich auskeilend, gänzlich verschwindet oder an Mächtigkeit zunimmt. Im letzteren Falle kann es vorkommen, daß ein Flötz sich in zwei oder mehrere teilt. Eine derartige Divergenz der Kohlenflötze kommt u. a. auch in Oberschlesien vor, wo auf der Grube König das Sattelflötz, durch ein schwaches Bergemittel in Ober- und Unterbank getrennt, in der ganzen Mächtigkeit — 8 m — abgebaut wird, während auf der benachbarten vereinigten Mathildegrube die Entfernung zwischen Ober- und Unterbank schon 22 m beträgt. Auch in Saarbrücken, Nord-Lancashire und Warwickshire kommen ähnliche Erscheinungen vor<sup>3)</sup>.

1) Zeitschr. für praktische Geologie 1902, Aprilheft.

2) Fayol weist nach, daß mehrere stockähnliche Flötze Frankreichs (Commentry u. a.) durch Zusammenschwemmen des Materials in Binnenseen, also wohl nach Abtragung desselben an andern Punkten, entstanden sind; vergl. Bull. de la soc. de l'ind. min. Tome XV. Livr. III. IV. 1886. Auch ist zu erwähnen, daß es Lagerstätten im skandinavischen Glimmerschiefer und Gneiß gibt, welche wohl die äußeren Eigenschaften eines Lagers haben, da sie in der Schichtung liegen, dennoch aber wahrscheinlich eruptiven Ursprungs und somit als massige Lagerstätten (14) zu betrachten sind.

3) Mietzsch, Geol. der Kohlenlager. Leipzig 1875, S. 110. — Preuß. Zeitschrift 1880, Bd. 28, S. 208. — Anmerk. Eine Erklärung dieser Erscheinungen dürfte darin zu suchen sein, daß nach fertiger Bildung der Unterbank ein teilweises Einsinken der Erdrinde stattfand, während der benachbarte Teil stehen blieb. Bei der Einsenkung und entsprechend derselben bedeckte sich die Unterbank mit Wasser und Schlamm, der letztere lagerte sich auf dem gesunkenen Teile in größerer Mächtigkeit ab, als auf dem stehen gebliebenen, bis sich auf

Die kleineren Einlagerungen von Kohlenschiefer oder reinem Schiefer-ton sind bei Stein- und Braunkohlenflötzen eine ganz allgemeine Erscheinung. In Zwickau nennt man sie Schären oder Scheren, im Plauenschen Grunde Letten, in Böhmen auch Opuka oder Vopuka, auch Schrämme<sup>1)</sup>.

**12. Regelmäßigkeit der Zusammensetzung.** — Die Regelmäßigkeit der Zusammensetzung wird, wenn auch selten, auf verschiedene Weise unterbrochen. So werden manche Kohlenflötze Westfalens in ihrer weiteren Erstreckung zu Eisensteinflötzen. Mitunter wird auch die Kohle taub, d. h. sie erscheint vollständig zersetzt und sandig und hat ihre Brennbarkeit verloren.

Auch in anderer Weise zeigt die Kohle eines und desselben Flötzes Änderungen ihrer Eigenschaften. So gehen die Kohlen der Flötze am Ohio in Nordamerika von Westen nach Osten aus bituminöser Kohle allmählich in Anthracit über. Ein ähnliches Verhalten zeigen die Kohlenflötze am Donetz in Südrußland. Sogar im Felde einer und derselben Grube können die Eigenschaften der Kohle eines Flötzes Verschiedenheiten zeigen, indem dasselbe in dem einen Feldesteile eine gute Kokskohle liefert, während im andern die Backfähigkeit mehr oder weniger verschwunden ist (Königin Luisengrube in Zabrze).

**13. Trümmerlagerstätten.** — Trümmerlagerstätten sind solche Lager, deren Material nicht an ihrem jetzigen Fundorte gebildet, sondern von andern Stellen dorthin zusammengeschwemmt ist.

In erster Linie gehören hierher die Metallseifen oder Seifenwerke<sup>2)</sup>. Es sind dies lose Sand- und Geröllmassen, welche metallische Fossilien, wie Gold, Platin, Zinnstein, enthalten.

Alle diese Metalle bzw. Erze stammen von ursprünglichen, oft nicht nachweisbaren Lagerstätten her und haben auf ihrem Transporte bis zu ihrer heutigen Ablagerung zunächst einen mechanischen Aufbereitungsprozeß, teilweise auch eine chemische Umänderung durchgemacht. Die Seifen liegen entweder an der Tagesoberfläche oder nahe unter derselben.

Auch manche mächtige Eisensteinlager sind Trümmerlagerstätten, u. a. dasjenige bei Peine in Hannover, welches in der oberen Kreide (Senon) auftritt und aus abgerundeten und abgeriebenen Stücken von Brauneisenstein in Nuß- bis Faustgröße besteht. Der Kitt ist Mergel und zerriebener Eisenstein. Nach neueren Untersuchungen stammt das Erz nicht, wie man früher annahm, aus dem Lias, sondern aus der unteren Kreide.

Dasselbe ist der Fall bei den Eisensteinlagern von Haverlah und Salzgitter am nördlichen Harzrande, welche aber in ihrer jetzigen Ablagerung der unteren Kreide angehören.

der Oberfläche des Schlammes eine neue Vegetation ansiedeln und die Oberbank bilden konnte.

1) Mietzsch, a. a. O. S. 53.

2) F. Poëpny, Die Genesis der Metallseifen. Österr. Ztschr. 1887, Nr. 28.

Die Mächtigkeit des reinen Eisensteins beträgt im Peiner Lager 5 m. Da aber die angrenzenden Schichten ebenfalls eisenhaltig sind, eine scharfe Grenze also nicht zu ziehen ist, so ergibt sich eine gesamte Mächtigkeit der Eisenerz führenden Schichtenfolge von 40 m und mehr<sup>1)</sup>.

### B. Massige (eruptive) Lagerstätten.

14. **Allgemeines.** — Zu den massigen Lagerstätten (Erzausscheidungen in Eruptivgesteinen) gehören alle massigen, gemengt kristallinen Gesteine, z. B. Diabas, Olivingestein, Syenit u. s. w., welche Erze, z. B. Magneteisenstein, so einschließen, daß eine gleichzeitige Entstehung dieser Erze und des Gesteins angenommen werden muß. Das Erzvorkommen ist in diesem Falle durchaus unregelmäßig gestaltet, es sind im Gestein ausgeschiedene Kriställchen, kristallinische Körner, Klumpen und Primär- oder Ausscheidungstrümmer (d. h. solche Trümmer, welche sich während der Verfestigung des Gesteins gebildet haben).

15. **Vorkommen der massigen Lagerstätten.** — Alle diese Erzausscheidungen liegen entweder vereinzelt oder sie konzentrieren sich örtlich zu Erznestern oder Erzstöcken<sup>2)</sup>. Ausgezeichnete Beispiele liefern die in Eruptivgesteinen (Olivinfels oder Trapp, Augitporphyr, Diorit u. s. w.) eingeschlossenen Magneteisenerze des Taberges bei Jönköping und der Berge Gora Blagodat, Katschkanar und Wissakaja im Ural.

Häufig finden sich auch geschwefelte Erze, wie Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies u. s. w. in mehr oder minder großen unregelmäßig gestalteten Massen in Eruptivgesteinen (Diorit, Gabbro) derart eingewachsen, daß eine gleichzeitige Bildung beider angenommen werden kann. Hierher gehören u. a. die Kiesstöcke in gabbroähnlichen Gesteinen von La Balma bei Locarno im Val Sesia.

### C. Hohlraumausfüllungen.

16. **Allgemeines.** — Die Hohlraumausfüllungen bekunden im Gegensatz zu den eben besprochenen Lagerstätten durch die Gesamtheit ihrer Eigenschaften eine spätere Entstehung, als das umgebende Gestein.

Nach der Entstehung der Hohlräume hat man zwei Arten derselben zu unterscheiden:

1. Hohlräume, welche durch Überwindung der Kohäsion des Gesteins infolge innerer Spannungen beim Abkühlen eruptiver Gesteine, in sedimentärem Gestein<sup>3)</sup> wohl ausschließlich durch Einsinken einzelner

1) v. Groddeck, a. a. O. S. 267.

2) v. Groddeck, a. a. O. S. 10.

3) Eine Spaltenbildung durch Austrocknen schlammiger Massen erscheint

Teile der Erdrinde, vergl. 39, entstanden sind. Die dabei gebildeten Hohlräume nennt man Spalten oder Spaltenräume.

2. Hohlräume, welche in geeigneten Gesteinen, vor allem in Kalksteinen oder Dolomiten, durch Auflösung und Auswaschung entstanden sind. Diese Auswaschungsräume oder Höhlen, meist von sehr unregelmäßiger Form und verschiedener Größe, boten den im Erdinnern umlaufenden Minerallösungen Gelegenheit zum Absetzen ihres Inhalts. Waren diese Lösungen metallhaltig, so bildeten sich Erzlagerstätten.

Unter den so entstandenen Erzlagerstätten haben wir demnach Spaltenfüllungen und Höhlenfüllungen zu unterscheiden<sup>1)</sup>.

**17. Spaltenfüllungen. Gänge.** — Gänge sind ausgefüllte Spalten, welche sich von dem einschließenden Nebengestein, wenn dasselbe geschichtet ist, durch Streichen und Fallen, außerdem auch vom geschichteten und ungeschichteten Nebengestein durch den Charakter der ausfüllenden Mineralmassen unterscheiden (Querspaltengänge).

Häufig sind diese Spaltenbildungen, je nach dem verschiedenen Zusammenwirken von Kraft und Widerstand, recht verwickelt und ist es dann schwierig, die Frage zu entscheiden, ob man mit einer Spaltenbildung, also mit einem Gange zu tun hat, oder nicht. Vor allem hat man sich zu hüten, jede von dem ortsüblichen Streichen des Nebengesteins abweichende, verworrene Gesteinspartie für einen Gang zu halten, auch dann, wenn in der Gesteinspartie Quarz, Kalkspat oder gar Erzspuren vorkommen sollten. Diese Mineralien finden sich recht häufig in »faulen Rutscheln« (36), besonders wenn Gänge in der Nähe sind, und verleiten Unkundige leicht zu kostspieligen, aber aussichtslosen Versuchen. In Zweifelsfällen hat man sich durch querschlägige Untersuchungen davon zu überzeugen, ob die einer Spaltenbildung eigentümlichen, in 21. näher beschriebenen Abgrenzungen gegen das Nebengestein vorhanden sind. Vergl. auch 32. Je nach der Ausfüllung spricht man von Mineral- (Erz-) Gängen und Gesteins- (Basalt-, Granit-, Porphy- etc.) Gängen.

ausgeschlossen. Andere Annahmen für das erste Aufreißen der Spalten, wie: Horizontaldruck, Einwirkung von Eruptivgesteinen, Aufreißen bei Sattelbildung (Sattelaufbrüche), sind zu weit hergeholt, genügen durchaus nicht zur Erklärung der Erscheinungen im Innern und Äußern der Gänge und sind z. T. unwahrscheinlich. Dies gilt besonders von den Sattelaufbrüchen, deren Möglichkeit überhaupt nur für die obersten Gesteinsschichten zugestanden werden kann, weil in größeren Teufen durch Faltung keine offenen Spalten, sondern höchstens feine, nicht sichtbare, nur durch höheren Kieselsäuregehalt (Vernarbung) erkennbare Risse entstehen können. Auch müßten Sattelaufbruchspalten nach der Teufe hin konvergieren und auskeilen, was noch nirgends beobachtet sein und das Aufsteigen von Erzlösungen unmöglich gemacht haben dürfte. Bei der Annahme, daß das erste Aufreißen der Spalten durch Senkung und daß die weitere Ausbildung der zusammengesetzten Gänge durch fortgesetztes Senken, verbunden mit gleichzeitiger Ausfüllung durch lange Zeiträume hindurch entstanden ist, lassen sich alle Erscheinungen zwanglos erklären (vergl. 40).

1) v. Groddeck, a. a. O. S. 10.

**18. Gänge und Sprünge.** — Die Verwandtschaft der Gänge und Sprünge zeigt sich zunächst darin, daß in jenen, wenn auch selten, die wichtigsten derjenigen Mineralien vorkommen, welche sonst vorzugsweise die Gänge ausfüllen, als: Quarz, Kalkspat, Schwerspat, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Schwefelkies, Haarkies etc.

Außerdem ist es bekannt, daß die Sprungklüfte des Steinkohlengebirges in ihrer streichenden Fortsetzung im älteren Gebirge (Kulm, Devon) häufig wirkliche Erzgänge werden; so ist der Hauptgang des Breinigerberges bei Aachen die Fortsetzung der »Münstergewand«, eines bekannten Sprunges im dortigen Steinkohlengebirge<sup>1)</sup>. Ebenso bringt man das Erzvorkommen auf Grube Zentrum bei Eschweiler mit der »Sandgewand« in Verbindung. Das Streichen der Lintorfer Erzgänge weist auf die Sprünge der Steinkohlengruben bei Ruhrort hin<sup>2)</sup> u. s. w.

In Riechelsdorf nennt man die Gänge »Rücken«, im Salzburgerischen »Blätter«, in Siebenbürgen »Klüfte«.

**19. Trümmer.** — Unter Trumm (Trum?) versteht man im allgemeinen Gänge von geringer Ausdehnung im Streichen und Fallen. Hierher gehören zunächst alle Quarz-, Kalkspat- etc. Trümmer, welche die Gesteine durchsetzen, sodann die von größeren oder Hauptgängen ablaufenden Nebengänge. Die letzteren können sein: hangende oder liegende Trümmer, Bogentrümmer, Diagonaltrümmer.

Bogentrümmer sind solche, welche von einem Hauptgange ablaufen und sich mit demselben bald wieder vereinigen — scharen.

Diagonaltrümmer setzen unter spitzem Winkel von einem Gange ab und scharen sich mit einem andern benachbarten.

Trümmer von kleinen Dimensionen heißen auch Ausläufer, Ausreißer, Abkommende<sup>3)</sup>, und wenn sie vom Tage ab nur wenig in die Tiefe setzen, Rasenläufer.

**20. Kontaktgänge und Lagergänge.** — Die Kontaktgänge sind zweifelhafter Natur, ihr Vorkommen und ihr Verhalten zum Nebengestein sind noch nicht genügend erforscht. Man versteht darunter bis jetzt solche Gänge, welche an der Grenze eines Sedimentärgesteins und eines dasselbe durchbrechenden Eruptivgesteins vorkommen. Lagergänge sind solche, welche auf mehr oder weniger weiten Erstreckungen in den Gesteinschichten liegen, damit also den Charakter von Lagern annehmen, während sie die Schichten im übrigen auch stellenweise durchsetzen. v. Groddeck<sup>4)</sup> hat nachgewiesen, daß viele Lagergänge mit auffallender Höhenbeständigkeit an kristallinische und metamorphosierte Schiefer (weißes Gebirge von Holzappel, Werlau u. s. w.) gebunden sind und ist es deshalb wahrschein-

1) v. Dechen, Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutschen Reiche. Berlin 1873.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 206.

3) v. Groddeck, a. a. O. S. 46.

4) Berg- und Hüttenm. Zeitung 1885, Nr. 28 u. 29.

lich, daß manche der in der Zone der regionalen Metamorphose auftretenden Lagergänge Umwandlungsprodukte von Erzlagern sind.

21. **Einfache und zusammengesetzte Gänge** sind zuerst durch B. v. Cotta<sup>1)</sup> unterschieden.

Einfache Gänge umschließen keine oder doch nur wenige Teile des Nebengesteins, enthalten vorwiegend Mineralien und sind gegen das Nebengestein sowohl am Hangenden, als auch am Liegenden durch deutliche Grenzflächen (Salbänder) abgeschieden, außerdem steigt ihre Mächtigkeit selten über 2 m und beträgt gewöhnlich einige Centimeter. Als Beispiel sind u. a. die St. Andreasberger, Pöbramer, Freiburger, sowie die Kongsberger Gänge anzuführen.

Einfache Gänge kommen wohl nur in festen Gesteinen vor, weil nur in solchen einfache Spalten aufreißen konnten. Da auch bisher bei solchen Gängen keine oder doch nur unwesentliche Verwerfungen beobachtet sind, so darf man daraus schließen, daß die Senkung, also die Ursache der Spaltenbildung, nicht so lange angehalten hat, als bei den zusammengesetzten Gängen.

Zusammengesetzte Gänge haben sich wahrscheinlich in der Weise gebildet, daß beim ersten Aufreißen, vergl. 39, Abs. 5, noch mehr aber bei den späteren Senkungen des Hangenden nicht eine einzige Spalte, sondern deren mehrere, nahe zusammenliegende, entstanden sind, welche sich vielfach durchsetzen und dabei Teile des Nebengesteins umschließen. Die Trümmer selbst enthalten Gangarten (Quarz, Kalkspat etc.) und Erz.

Häufig haben diese Gänge nur am Liegenden ein Salband, d. h. eine Begrenzungsfläche, sowie einen Besteg, d. h. eine fettige, schmierige oder im Zustande der Trockenheit filzige Masse, welche das Reibungsprodukt der Senkung auf dem liegenden Salbande ist. Dergleichen Bestege und Rutschflächen mit Reibungsprodukten finden sich außerdem vielfach in den Gängen selbst und liefern den Beweis, daß auch innerhalb derselben Senkungen stattgefunden haben, bezw. daß der Gang selbst oder Teile desselben an der Senkung des hangenden Nebengesteins teilgenommen haben. Diese Senkung war einerseits mit intensiven Faltungen der eingeschlossenen Gesteinspartien, anderseits mit Zerrüttung der Gangmasse verbunden, welcher später eine neue Verkittung durch Erze und Gangarten folgte. Derartige Vorgänge haben sich augenscheinlich öfter wiederholt<sup>2)</sup>.

Am Hangenden der zusammengesetzten Gänge ist dagegen eine scharfe Abgrenzung vom Nebengestein durch ein Salband selten zu finden. Beim Abbau muß deshalb mit großer Aufmerksamkeit vorgegangen werden, denn häufig setzen erzführende Trümmer vom Hauptgange in das Hangende hinein.

1) Ebenda 1864, S. 395. v. Groddeck, Erzlagerstätten S. 34.

2) Über gegenwärtig noch stattfindende Senkungen s. Berg- und Hüttenm. Zeitung 1897, S. 344; 1901, S. 201.



Die Mächtigkeit der zusammengesetzten Gänge, für welche die Oberharzer als Beispiel angeführt werden können, läßt sich aus diesen Gründen selten genau angeben. Die gesamte Mächtigkeit der erzführenden, durch zerrüttetes Nebengestein getrennten Trümmer übersteigt bisweilen 40 m.

Man nimmt erst dann an, daß man sich im wirklichen Hangenden befindet, wenn das Nebengestein eine normale Schichtung zeigt.

Die vorhin besprochenen Senkungen, sowie die damit herbeigeführten Verwerfungen, scheinen eine Eigentümlichkeit der zusammengesetzten Gänge zu sein, wenigstens sind sie bei einfachen Gängen noch nicht beobachtet.

Verwerfungen des Nebengesteins durch zusammengesetzte Gänge sind sehr deutlich für diejenigen des Oberharzes, besonders für die Bockswieser<sup>1)</sup> und Lautenthaler<sup>2)</sup>, sowie auch für die Gänge bei Lintorf (Reg.-Bez. Düsseldorf)<sup>3)</sup> nachgewiesen. Ebenso<sup>4)</sup> scheint die veta madre bei Guanajuato (Mexiko) eine bedeutende seitliche Verwerfung des Nebengesteines (Rotliegendes) um 4000 m veranlaßt zu haben. Auch für die Gänge von Freudenstadt in Württemberg ist nachgewiesen, daß an der einen Seite derselben Buntsandstein, an der andern Muschelkalk liegt, was auch nur durch eine Verwerfung herbeigeführt sein kann.

**22. Erstreckung der Gänge.** — Die Ausdehnung der Gänge in der Richtung des Streichens, die Längenerstreckung, ist oft eine sehr bedeutende. So ist der Spitaler Gang bei Schemnitz in Ungarn auf 8 km bekannt. Die längste Gangspalte, welche in hor. 7 den Oberharz durchsetzt und nacheinander die Namen Rosenhöfer, Rosenbüscher und Schulthaler Gang führt, läßt sich auf über 16 km streichende Länge verfolgen. Der bedeutendste Goldquarzgang Californiens — mother lode — soll, wenn auch nicht ohne Unterbrechung, 113 km (70 engl. Meilen) lang sein<sup>5)</sup>.

Was die Erstreckung der Gänge nach der Teufe betrifft, so hat man darüber bis jetzt noch keinen bestimmten Aufschluß. Nach einem alten bergmännischen Ausdruck setzen die Gänge »in die ewige Teufe«, womit man wohl die Vorstellung verbunden hat, daß die Gänge erst in dem Erdkern ihre Endschafft erreichen. Diese Annahme hat eine gewisse Berechtigung für alle diejenigen Gänge, deren Bildung durch Einsinken der hangenden Gebirgsschichten, einschließlich des Ganges selbst auf dessen Liegenden als Rutschfläche, zu erklären ist, also in erster Linie für zusammengesetzte Gänge, während das Hinabsetzen in die ewige Teufe bei den einfachen Gängen, noch mehr aber bei den durch Abkühlen eruptiver Gesteinsmassen entstandenen Gängen, u. a. bei den Stockwerken, so, zweifelhaft erscheint.

1) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 36ff. und Fig. 76. — Derselbe, Über die Erzgänge des nordwestl. Oberharzes. Berlin 1867.

2) Rösing in Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 280.

3) v. Groddeck, ebenda 1881, Bd. 29, S. 201.

4) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 37.

5) v. Groddeck, ebenda, S. 43.

Die größte, beim Gangbergbau bis jetzt erreichte Teufe beträgt am Adalbertschachte bei Příbram in Böhmen über 1200 m und in der Tamarakgrube beim Kupfererzbergbau am Oberen See in Nordamerika sogar 1420 m.

**23. Ausfüllung der Mineralgänge.** — Die einfachen Gänge bestehen wesentlich aus Erzen und Gangarten, während die zusammengesetzten Gänge außerdem noch mehr oder weniger große Einschlüsse von Nebengestein enthalten.

Die wichtigsten Gangarten sind: Quarz in seinen verschiedenen Abarten (gemeiner Quarz, Bergkrystall, Rauchtöps, Amethyst, Hornstein etc.), ferner Kalkspat, Schwefspat, Flußspat, Zeolithe etc.

**24. Textur der Gänge<sup>1)</sup>.** — Erze und Gangarten treten in den Gängen entweder in massiger oder in lagenförmiger Verwachsung auf.

Unter massiger Verwachsung versteht man diejenige, bei welcher Erze und Gangarten in wesentlich derselben Art, wie die Bestandteile des Granits, nach allen Richtungen des Raumes mehr oder weniger regelmäßig verteilt sind.

Die Mineralien (Gangarten und Erze) haben sich dabei aus konzentrierter Lösung so abgeschieden, daß sie sich gegenseitig an der Ausbildung von Kristallen hinderten. Nur da, wo sich Hohlräume bildeten, schossen die Kristalle an und verkleideten die Wände der Hohlräume, welche man in diesem Falle als Drusen bezeichnet.

Genetisch hat man von solchen Drusen diejenigen zu unterscheiden, welche durch Eindringen jüngerer Minerallösungen in vorhandene Hohlräume und durch Auskristallisieren jener Lösungen entstanden sind (Drusen in Mandelsteinen).

Als Beispiele massiger Verwachsung sind zu nennen: diejenige von Kalkspat, Quarz, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies in den Oberharzer Gängen, von Spateisenstein und Quarz auf dem Gange der Grube Luise bei Horhausen im Rheinlande, von Quarz und geschwefelten Kupfererzen in den Gängen Tellemarkens etc.

Die lagenförmige Verwachsung ist bei Gängen seltener, als die massige. Sie entstand dadurch, daß sich die Wände einer Gangspalte (Hangendes und Liegendes) mit einer Mineralkruste überzogen. Auf der ersten Kruste setzte sich eine zweite, auf dieser eine dritte etc. ab, so daß von den Salbändern aus meistens eine symmetrische Anordnung der einzelnen Krusten beobachtet werden kann. Dadurch, daß mehrere Krusten übereinander liegen, bildet sich die lagenförmige Verwachsung. Mitunter ist der Hohlraum (die Gangspalte) nicht ganz geschlossen und zeigt an solchen Stellen ebenfalls Drusenräume.

Ein Beispiel lagenförmiger Verwachsung liefern die Freiburger Gänge und das Clausthaler »Banderz«.

---

1) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 61 u. 62.

Außer der ebenen gibt es noch eine konzentrisch lagenförmige Textur, welche in Gängen in der Weise auftritt, daß Bruchstücke von Nebengestein, Gangarten und älteren Erzen konzentrisch lagenförmig von Mineralien umgeben sind.

Sehr regelmäßig von Erzlagen umhüllte Bruchstücke des Nebengesteins werden Ringelerze oder Kokardenerze genannt.

25. Die **Verbreitung der Erze in der Gangmasse** ist selten eine regelmäßige. — Im Großen wechseln erzführende Partien — Erzmittel — mit erzleeren — tauben Mitteln — ab. Die äußere Begrenzung der Erzmittel ist an keine bestimmte Regel gebunden. Dieselben haben bisweilen eine linsenförmige, nach allen Seiten sich allmählich auskeilende Gestalt, häufiger indeß sind sie länglich geformt und setzen senkrecht (Erzsäulen) oder mit flachem Einfallen in die Teufe. Die letztere Form ist diejenige der sogenannten Erzfälle<sup>1)</sup> oder des Adelsvorschubes. Die Richtung des Einfallens derselben ist beispielsweise am Harz oft eine westliche (Hilfe Gottes, Bergwerkswohlfahrt, Herzog August und Johann Friedrich, Lautenthalsglück u. s. w.), gleichwohl läßt sich eine Regel für das Aufsuchen der Erzmittel darauf nicht gründen, denn es gibt auch Erzfälle, welche nach Osten geneigt sind (z. B. Ring und Silberschnur bei Zellerfeld).

Häufiger ist die Erfahrung, daß Gänge mit eisernem Hut in größerer Tiefe erzführend sind, was auch erklärlich ist, da der eiserne Hut aus nichts anderem, als aus Brauneisenstein besteht, welcher aus der Zersetzung von Schwefelkies, Kupferkies oder Eisenspat entstanden ist. Bei Gängen, welche lediglich Bleiglanz führen, besteht das Ausgehende nicht aus Eisenerzen, sondern aus Weißbleierz, Grünbleierz etc.

26. **Einfluß äußerer Umstände auf die Erzführung.** — Bisweilen tritt auch eine Veränderung in der Erzführung ein, wenn Gänge sich scharen oder kreuzen, aber allgemein gültig ist auch diese Regel nicht.

In einzelnen Gangrevieren soll die Mächtigkeit in Zusammenhang mit der Reichhaltigkeit der Erzführung oder »Edelkeit« der Gänge stehen. Bei den Andreasberger Gängen, wo man früher beobachtet hatte, daß die Edelkeit mit der Mächtigkeit abnahm und umgekehrt, trifft eine solche Regel nicht mehr zu. Endlich hat man auch einen Einfluß des Nebengesteins auf die Erzführung behauptet<sup>2)</sup>, oder anderwärts doch wenigstens beobachtet, daß die Erzführung der Gänge nicht bei jedem Nebengestein dieselbe ist. Ob dieser Unterschied durch das Nebengestein und dessen Bestandteile in allen Fällen zu erklären ist, erscheint zweifelhaft<sup>3)</sup>.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Gänge bei Speldorf und Lintorf (Rheinland) bisher nur in Sandstein und Kalkstein vorhanden,

1) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 14.

2) Sandberger in Berg- und Hüttenm. Zeitung 1877, S. 377. 389. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. 32, S. 350. — Ebenda Bd. 31, S. 644.

3) Österr. Zeitschr. 1832, S. 607.

beim Übergang in Schiefer jedoch scharf abgeschnitten sind, um hinter dem Schiefer ebenso, wie vor demselben fortzusetzen. Man muß annehmen, daß im Schiefer, welcher jetzt noch sehr plastische Eigenschaften besitzt, die aufgerissenen Spalten sofort wieder verdrückt wurden.

**27. Verhalten der Gänge im Streichen.** — Ein System mehr oder weniger parallel streichender und im Streichen lang ausgedehnter Gänge nennt man einen Gangzug. Kreuzen sich mehrere Gangzüge, so entstehen Netzgänge<sup>1)</sup>.

Dieses Verhalten zeigt sich bei den Freiburger Gängen, wo man nach dem Streichen unterscheidet:

Stehende Gänge	von hor.	12—3
Morgengänge	- -	3—6
Spatgänge	- -	6—9
Flache Gänge	- -	9—12.

Die Bergleute in Cornwall unterscheiden direkt: twelve o'clock veins, three o'clock veins etc., die französischen Bergleute in derselben Weise filons septentrionaux (du nord), méridionaux (du midi), orientaux (du levant), occidentaux (du couchant).

Ändert ein Gang sein Streichen, so kommt er aus der Stunde. Geschieht dies unter nicht sehr spitzem Winkel, so muß man sich genau überzeugen, ob nicht die Änderung des Streichens eine nur scheinbare ist und ob nicht vielmehr an der betreffenden Stelle ein neuer Gang zu- bzw. abläuft, oder ob nicht eine Gangablenkung, z. B. an einer faulen Ruschel, vorliegt.

Bei plötzlichen und starken, aber kurzen Änderungen des Streichens sagt man: der Gang schlägt einen Haken, wirft einen Bauch, macht eine Wanne.

Unregelmäßige Anschwellungen der Mächtigkeit nennt man Gangstöcke oder stehende Stöcke (vergl. 9).

**28. Verhalten der Gänge im Fallen.** — Das Einfallen der Gänge ist in der Regel ein steiles (vergl. 39, Abs. 8), nur auf kurze Entfernungen und bei ablaufenden Trümmern beobachtet man Einfallwinkel unter 45°.

Die Ausdrücke rechtsinnig und widersinnig fallende Gänge haben nicht überall dieselbe Bedeutung. In Sachsen und Österreich fallen die rechtsinnigen Gänge parallel dem nächsten Bergabhange, die widersinnigen dem letzteren entgegengesetzt ein. Am Oberharz sind die letzteren (auch verkehrt fallende genannt) diejenigen Gänge, welche von der gewöhnlichen südwestlichen Fallrichtung abweichen.

Ein Gang stürzt sich oder richtet sich auf, je nachdem sein Einfallen steiler bzw. flacher wird.

1) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 41. — v. Beust, Erläuterungen zur Gangcharte der Freiburger Reviere. Leipzig 1842.

im Harz, die Brauneisenerzlagerstätten in den dolomitischen Zechsteinkalken der Gruben Stahlberg und Mommel bei Schmalkalden, ebenso die des Hügels bei Osnabrück, ferner die Manganerzlagerstätten der Umgegend von Gießen und des Kreises Wetzlar.

Zu den metamorphen Lagerstätten gehören mit Ausnahme etwaiger echter Gänge auch diejenigen, welche im Bereiche der Kontakthöfe von Eruptivgesteins-Stöcken und -Gängen (Granit, Diorit u. s. w.) gefunden werden. In diesen pflegen die Erze mit Silikaten, welche den Kontaktgesteinen eigen sind (Granat, Strahlstein u. s. w.), verwachsen zu sein, ferner die flat lodes im Camborne District (Cornwall) und die Lodes of the district of Butte (Utah)<sup>1)</sup>.

Magneteisen, Kupferkies, silberhaltigen Bleiglanz, Zinkblende u. s. w. führende sogen. Kontaktstöcke der Umgegend von Christiania und Drammen in Norwegen, die im Banat und in den angrenzenden Distrikten auftretenden stockförmigen Lagerstätten von Rézbanya, Morawicza, Dognaczka, Orawicza, und Cziklowa gehören ebenfalls hierher.

### **E. Lagerstätten, welche in das Gestein eingedrungen sind.**

33. **Erdwachs-Vorkommen in Ostgalizien<sup>1)</sup>.** — Die u. a. bei Boryslaw in Ostgalizien vorkommenden und den Gegenstand eines bedeutenden Bergbaues bildenden Erdwachs-(Ozokerit-)Lagerstätten passen in keine der bisher genannten Abteilungen. Dieselben machen den Eindruck, als wenn sie in das auflagernde tertiäre Gebirge eingedrungen sind. Sie durchsetzen das Gebirge bald gangförmig, bald lagerförmig, sich nach allen Seiten hin unregelmäßig verzweigend.

Es mag dahin gestellt sein, ob auch gewisse, im Gneiß und Glimmerschiefer Skandiaviens auftretende Erzlager, wie einige Geologen annehmen, in die Gesteinsschichten hineingepreßt, oder ob sie, was wahrscheinlicher ist, echte Sedimentlager sind.

---

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1888, Bd. 32, Nr. 37. — Babu in Annales des mines, 8, sér. Tome XIII, 1888, Nr. 4.

## 2. Kapitel.

### Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager.

34. **Allgemeines.** — Unter »Störungen« versteht man zunächst diejenigen Veränderungen, welche die Lage und Form der Gänge, Flötze und Lager seit ihrer Entstehung erlitten haben.

Außer der Faltung gehören hierher besonders diejenigen Störungen der Lagerstätten, welche man mit dem allgemeinen Namen »Verwerfungen« bezeichnen kann. Dieselben sind solche Störungen, bei denen sowohl der Zusammenhang als auch die streichende Richtung der Lagerstätten unterbrochen ist, so daß man die Fortsetzung derselben seitwärts im tauben Gestein wieder aufsuchen muß.

Die Ursache der Störungen ist in den Bewegungen zu suchen, welche in der festen Erdrinde stattgefunden und noch gegenwärtig nicht aufgehört haben<sup>1)</sup>. Zunächst sind jene Bewegungen veranlaßt durch die Schwerkraft, also durch das Einsinken einzelner Teile der Erdrinde infolge fortschreitender Erkaltung. Hierdurch entstanden die Spaltenverwerfungen.

Sanken einzelne Teile der Erdrinde zwischen stehenbleibenden ein, so wurde nach den Gesetzen des Keiles eine mehr oder weniger horizontal wirkende Kraft erzeugt. Diese bewirkte entweder eine Faltung der Gebirgsschichten und als deren höchsten Grad eine Faltenverwerfung (faule Ruschel), oder es wurden ganze Gebirgsteile über oder unter andere ohne Faltung hinweggeschoben. Dies geschah entweder in der Weise, daß bei horizontaler Lagerung besonders nachgiebige Schichten, z. B. Kohlenflötze, die Zerreißeungsebene bildeten oder daß steil stehende Schichten zunächst umgebogen und dann unter Bildung von steilen oder flachen Zerreißeungsebenen (Geschiebe am Harz, Blätter nach Sueß) unter-, über- oder nebeneinander fortgeschoben wurden — Blattverschiebungen oder einfach Verschiebungen.

In der Regel dürfte das Falten der Gesteinsschichten die leichtere Arbeit für die Horizontalkraft gewesen und deshalb auch zuerst ausgeführt sein. Wo jedoch zuerst die Verschiebung stattgefunden hat, mußte das Geschiebe (Blatt) an allen späteren Faltungen der Gebirgsschichten und Flötze teilnehmen.

Derartige Erscheinungen kommen nach den Untersuchungen von Dr. Leo Cremer<sup>2)</sup> in Westfalen mehrfach vor und sind auch an anderen Orten beobachtet (45 und 46).

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1901, S. 201; 1902, S. 342. — Mines and Minerals, 1897, S. 217, 261, 341.

2) Glückauf, Essen 1894, S. 1089 ff.

Für die Ausrichtung verworfener Lagerstätten gibt es gewisse, weiter unten zu betrachtende Regeln. Dieselben stammen jedoch aus einer Zeit, in welcher man weder Faltenverwerfungen, noch Verschiebungen und Gangablenkungen, sondern nur Spaltenverwerfungen kannte. Jene Regeln sind denn auch lediglich aus der Entstehung der Spaltenverwerfungen abgeleitet, sie sind gewissermaßen die bildliche Darstellung des natürlichen Vorganges in Modell und Zeichnung, oder der rechnungsmäßige Ausdruck für die bei der Entstehung der Spaltenverwerfungen als unbedingt richtig erkannten Vorgänge. Ist die Entstehung der Verwerfung nach andern Gesetzen erfolgt, so können auch jene Regeln nicht passen, während sie für die reinen Spaltenverwerfungen stets denselben Wert behalten werden.

Hieraus folgt aber die Notwendigkeit, die einzelnen Arten der Verwerfungen voneinander unterscheiden zu lernen und für jede derselben besondere, aus ihrer Entstehung abgeleitete Regeln für die Wiederausrichtung aufzustellen.

Daß die Gesteinsschichten bei ihrer Umformung völlig erhärtet waren, sich aber unter allseitigem Druck wie plastische Massen verhalten mußten, hat zuerst Heim<sup>1)</sup>, später durch experimentelle Versuche auch Friedrich Kick<sup>2)</sup> nachgewiesen.

Schließlich sind im Zusammenhange noch als besondere, aber wenig wichtige Verwerfungen die Gangablenkungen zu nennen (47).

### A. Faltung.

**35. Ursache und Folgen der Faltung.** — Die zwischen den Gesteinsschichten eingelagerten Flötze und Lager müssen naturgemäß an allen Umänderungen beteiligt gewesen sein, welche die Gesteinsschichten seit



Fig. 3 (Profil). Abgerundete Sättel und Mulden.

ihrer ursprünglich horizontalen Ablagerung erlitten haben. Das Resultat dieser Umänderungen ist zunächst die Faltung, d. h. die Bildung von Sätteln und Mulden,

deren Formen gewöhnlich abgerundete, siehe Fig. 3, mitunter aber auch, wie z. B. in der Umgegend von Aachen und in Belgien, zickzackförmige sind, siehe Fig. 4.

1) Albert Heim, Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878, Bd. II, S. 82 flg. — Vergl. auch Köhler in Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, Taf. XVII, Fig. 22.

2) Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1892, S. 919.

Fig. 3 gibt zugleich ein ideelles Bild des westfälischen Steinkohlengebirges in einem von Norden nach Süden gerichteten senkrechten Schnitte, aus welchem zu entnehmen ist, daß die Richtung des Druckes von Süden nach Norden gewesen sein muß, weil die Sättel und Mulden nach Norden hin immer flacher werden.

Die einfachste Form der Mulde ist die geschlossene; bei ihr bildet ein Horizontalschnitt eine in sich zurücklaufende Linie, siehe Fig. 5, während dies bei den geöffneten Mulden, siehe Fig. 6, nicht der Fall ist.

Diejenige Linie, welche die tiefsten Punkte einer Mulde, bzw. eines Sattels verbindet, heißt Muldenlinie (*cd* und *gh* in Fig. 6) bzw. Sattellinie (*ab*, *ef*, *ik* in Fig. 6).

Flötzteile, welche seitwärts von diesen Linien liegen, heißen Flügel. Dieselben werden nach den Weltgegenden näher bezeichnet, z. B. Muldenordflügel, Sattelsüdflügel u. s. w. Mit Muldenwendung bzw. Sattelwendung bezeichnet man die Verbindung zweier Mulden- bzw. Sattelflügel.

Ein Flötz oder eine Gesteinsschicht bilden einen Luftsattel oder satteln in der Luft, wenn der eigentliche Sattel an der Tagesoberfläche oder an der unteren Begrenzung jüngerer, diskordant überlagernder Gebirgsschichten (z. B. Emscher Mergel in Westfalen) abgeschnitten erscheint, oder vielmehr durch Abwaschung entfernt ist und man denselben durch Konstruktion ergänzen muß, wie es in Fig. 7 durch punktierte Linien geschehen ist. Die Flötze *a* und *b* bilden einen Luftsattel, das Flötz *c* sattelt unter Tage.

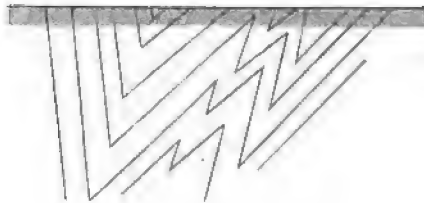


Fig. 4. Geknickte Faltung.

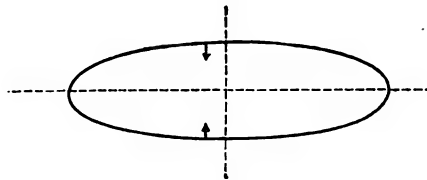


Fig. 5. Geschlossene Mulde.

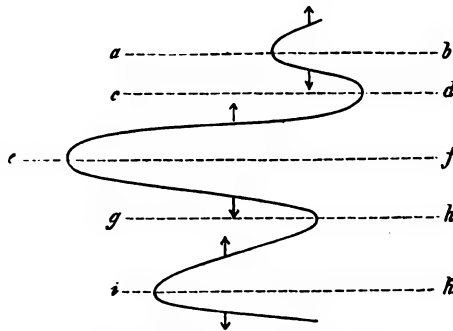


Fig. 6. Geöffnete Sättel und Mulden.

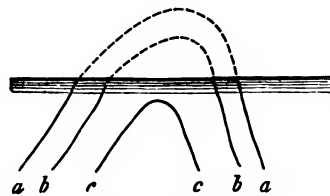


Fig. 7. Luftsattel.





Fig. 8 stellt das Kohlenvorkommen genannt »La grande masse« von Ricamarie bei St. Étienne dar und entspricht vollkommen dem Rammelsberger Erzlager, s. Fig. 12. Die Fig. 9 und 10 zeigen das Flötz von Creuzot. Dasselbe ist 12 bis 14 m, in den gestauten Teilen sogar bis 40 m mächtig. In Fig. 11 ist das Flötz von Montchanin dargestellt, welches 30 bis 60 m mächtig ist, sich im Streichen aber kaum über 600 m weit erstreckt. Nach der Teufe nimmt die Mächtigkeit ab, weil dort die Stauungen aufhören<sup>1)</sup>.

Das Rammelsberger Erzlager<sup>2)</sup> bietet ein interessantes Beispiel für Störungen eines Lagers durch Überkippung, siehe Fig. 12, d. h. für eine Faltung von solcher Intensität, daß die Flügel der Mulden und Sättel nach derselben Richtung einfallen und die älteren Gesteinsschichten an dem überkippten Flügel über den jüngeren liegen. Außerdem sind im vorliegenden Falle die Schieferschichten unweit der Überkippung ganz flach gelagert, haben also der faltenden Kraft erfolgreich widerstanden und zwar auf Kosten der zwischen diesen flach gelagerten Schichten und dem jetzigen Liegenden des Lagers befindlichen Schieferschichten, welche zu einer ganzen Reihe von Faltenverwerfungen<sup>3)</sup> (»faulen Ruscheln«) zusammengedrückt sind. Die bedeutendste derselben bildet nach Stelzner<sup>4)</sup> eine »ruschelartige Zerrüttungszone«, die Rammelsberger Bergleute kennen sie als milde, von Quarz und Kalkspatschnüren durchzogene Schieferschicht und nennen sie »Leitschicht«, weil sie stets im Liegenden des Lagers auftritt und nach Wimmer<sup>5)</sup> die eigentliche Begrenzung des Lagerhorizontes bildet.

## B. Verwerfungen.

### 1. Faltenverwerfungen.

36. Allgemeines. — Die Bildung von einfachen Sätteln und Mulden oder von Überkippungen war, wie auch schon aus dem oben beschriebenen Verhalten der liegenden Schieferschichten des Rammelsberger Erzlagers hervorgeht, nicht immer das Endresultat der faltenden Kraft. Diese traf an einzelnen Stellen der Erdrinde auf besonders große Widerstände, welche die Veranlassung waren, daß der einen Sattel und eine Mulde verbindende Teil der gefalteten Gebirgsschichten, der »Mittelschenkel« A, siehe Fig. 13,

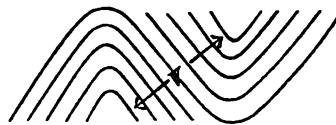


Fig. 13.  
Sattel und Mulde nebst Mittelschenkel.

stoßen daran ab, was jedoch zweifellos unrichtig ist, da das Nebengestein ebenso gefaltet sein muß, als das Flötz. In den älteren Querprofilen des Rammelsberger Erzlagers zeigt sich dieselbe unrichtige Auffassung.

1) Vergl. Anm. 1, 10.

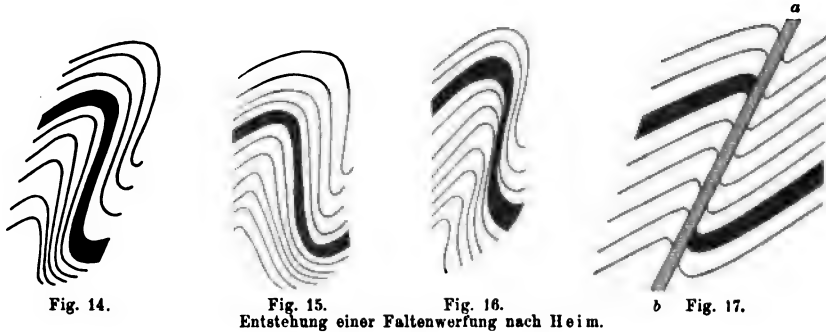
2) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 31 und Nachtrag S. 278.

3) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 41.

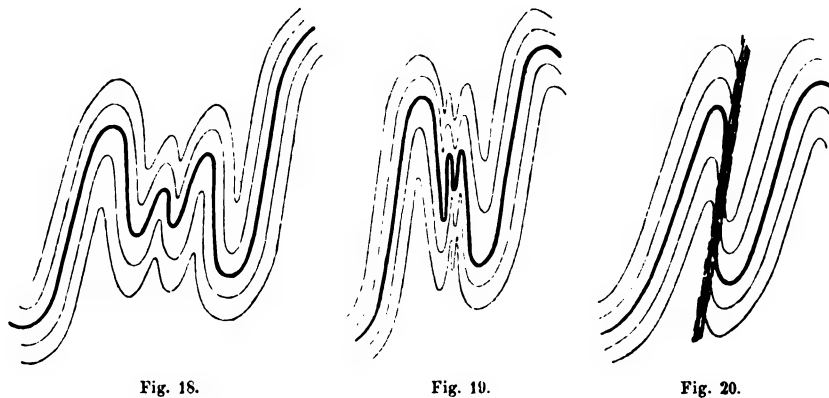
4) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 32, 4, S. 809.

5) Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 26, S. 121.

etwa in der Weise zusammengepreßt wurde, wie es die Fig. 14 bis 17 in vier Stadien zeigen. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß Faltungen in schiefrigen Gesteinen ganz anders auftreten als in Kalkstein, Sandstein,



Grauwacke u. s. w. In diesen können naturgemäß nur einfache Umbiegungen vorkommen, während sich die Stadien einer Faltenverwerfung in schiefrigen Gesteinen etwa so darstellen, wie in den Fig. 18, 19, 20.



Vergl. auch Fig. 21. Der Mittelschenkel ist dabei nicht einfach zusammengepreßt, sondern auf das bunteste und feinste gefältelt, und die Schiefer-schichten zeigen stets schon in einiger Entfernung von der eigentlichen Störung eine scharfe und bunte Faltung<sup>1)</sup>. Beides tritt auch in Fig. 21 hervor, in welcher eine bei frischem Zustande des Gesteins sorgfältig nach der Natur gezeichnete Faltenverwerfung dargestellt ist.

1) Vergl. Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, Taf. XVI, Fig. 10 und Taf. XVII, Fig. 17, 19, 21.

Die Faltenverwerfungen (zu denen nach den Untersuchungen des Verfassers auch die im Harz und in Pfibram bekannten »faulen Ruscheln«<sup>1)</sup> gehören) sind danach, wie es zuerst A. Heim<sup>2)</sup> in Zürich erkannt hat, lediglich das Endresultat einer intensiven Faltung.

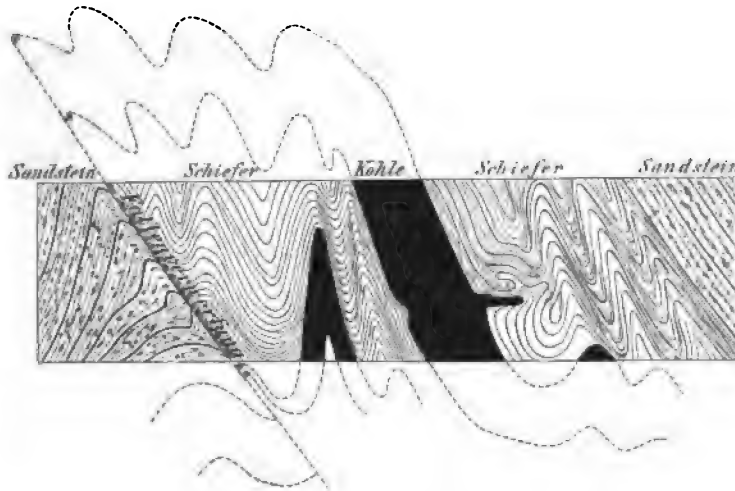


Fig. 21. Faltenverwerfung von Zeche Julius Philipp bei Bochum.

Aus diesem Umstande lassen sich verschiedene Folgerungen zur Kennzeichnung der Faltenverwerfungen ableiten. Zunächst sind es Verwerfungen, welche stets im Streichen der Gebirgsschichten auftreten. Man wird deshalb den vollständigen Querschnitt einer Faltenverwerfung bei Flötzen und Lagern nur in den Wangen der Querschläge finden. Ferner treten Faltenverwerfungen immer in der Nähe von Mulden- oder Sattellinien, überhaupt nur in gefalteten Gebirgsschichten auf. Der zusammengepreßte Mittelschenkel muß stets in derselben Richtung, nur etwas steiler einfallen, als das gefaltete Flötz, denn wäre das Einfallen des Mittelschenkels *ab* in Fig. 17 flacher als dasjenige des Flötzes, so müßte der erstere das Flötz durchsetzen, was bei einer Faltung nicht möglich ist. Eine weitere Eigenschaft der Faltenverwerfungen ist diejenige, daß das verworfene Flötz in demselben Horizonte mindestens zweimal auftritt, siehe Fig. 27. Dabei kann es allerdings vorkommen, daß das Flötz nicht sofort bis zu einer tieferen Sohle herabkommt, wie in Fig. 22.

Außer diesen einfachen Faltenverwerfungen kommen u. a. in Westfalen

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1897, S. 217.

2) A. Heim, Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878.

auch ziemlich häufig doppelte mit entgegengesetztem Einfallen des Mittelschenkels vor, siehe Fig. 23.

Aus der Entstehung der Faltenverwerfungen folgt weiter, daß bei ihnen



Fig. 22 (Profil).  
Faltenverwerfung.

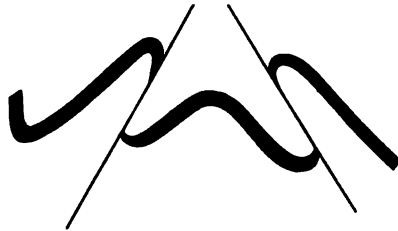


Fig. 23 (Profil).  
Doppelte Faltenverwerfung.

von einer »Verwerfungskluft« im Sinne der Spaltenverwerfungen nicht die Rede sein kann. Das, was man bisher »Wechselkluft« genannt hat (*ab* in Fig. 17), ist eher das Gegenteil einer Kluft, nämlich eine durch Pressung und Fältelung mehrerer Gesteinsschichten entstandene, bei frischem Anbruch dichte, später durch Verwitterung der tonigen Bestandteile sich schmierig und sandig anfühlende Gesteinspartie.

Naturgemäß wird eine Faltenverwerfung beim Grubenbetriebe auch im Streichen nach beiden Seiten hin aufgeschlossen werden und sich dann,

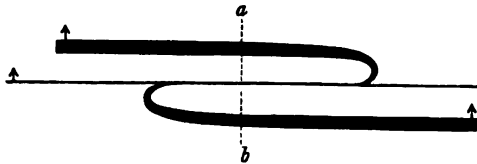


Fig. 24 (Grundriß).  
Grundriß einer Faltenverwerfung.



Fig. 25.  
(Schnitt nach *a b*.)

vorausgesetzt, daß sie sich nicht in einfache Faltung auflöst, so darstellen, wie es in Fig. 24 gezeichnet ist. Ein Schnitt nach *ab* ergibt wieder das bekannte Bild Fig. 25.

Wirkliche Faltenverwerfungen können nur bei Flötzen und Lagern, nicht aber bei Erzgängen (Spaltengängen) vorkommen, denn Gänge sowohl, als die Sprünge im Steinkohlengebirge sind jünger als ihr Nebengestein und, nach den bisherigen Erfahrungen in allen Bergbaubezirken, auch jünger als die Faltungen desselben.

Gleichwohl können auch in Gängen Faltungserscheinungen auftreten<sup>1)</sup>,

1) Glückauf. Essen 1894, S. 1656.

siehe Fig. 26, in welcher  $aa'$  ein Quarztrumm ist. Dieselben sind aber unabhängig von der Faltung des Nebengesteins und das Resultat der bei der Senkung der Gänge im Inneren derselben wirksam gewesenen Kräfte und Widerstände.

Bei allen flach liegenden, mithin nicht gefalteten oder nicht steil aufgerichteten Gesteinsschichten und Lagerstätten können weder Faltenverwerfungen, noch eigentliche Blattverschiebungen, sondern lediglich Spaltenverwerfungen und Überschiebungen ganzer Gebirgsteile ohne Faltung auftreten.

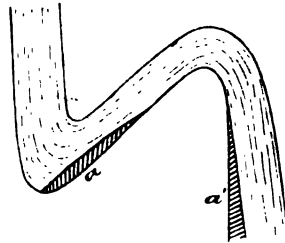


Fig. 26. Faltung im Rosenhöfer Gange bei Clausthal.

37. **Ausrichtung der Faltenverwerfungen.** — Hat man, was nach Vorstehendem leicht sein dürfte, z. B. beim Betriebe eines Querschlagcs eine Störung als Faltenverwerfung erkannt, so kann man sich aus der Entstehung derselben den Weg, welchen man zur Ausrichtung des verworfenen Flötzteiles einzuschlagen hat, in jedem Falle ohne Schwierigkeit ableiten. Dabei ist es von Wichtigkeit, hinter der Verwerfung oder dem Mittelschenkel die Faltungen der Gebirgsschichten genau zu beobachten, weil man aus der, mit Hilfe dieser Faltungen zu entwerfenden, Profilzeichnung in den meisten Fällen auch auf das Verhalten des verworfenen Flötzstückes schließen kann (vergl. Fig. 21). Ist dasselbe derart, wie es Fig. 27 darstellt, so wird man die Ausrichtung durch die in den meisten Fällen ohnehin nötige Fortsetzung des Querschlagcs bewirken.

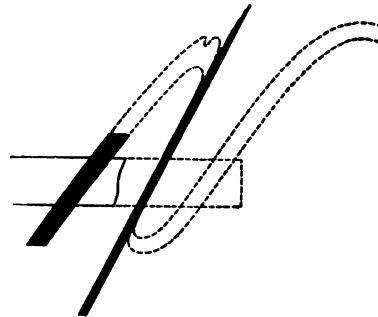


Fig. 27. Ausrichtung der Faltenverwerfung.

Kommt das Flötz nicht bis zum Querschlage herab, wie in Fig. 22, oder setzt dasselbe unter der Querschlagssohle in flachen Sätteln und Mulden fort, so muß man das verworfene Flötzstück eventl. durch Überbrechen bzw. schwebende Strecken oder Absinken ausrichten. Eine bestimmte Regel läßt sich bei derartigen Zufälligkeiten überhaupt nicht aufstellen.

## 2. Spaltenverwerfungen.

38. **Erklärung.** — Die Spaltenverwerfungen oder Sprünge sind diejenigen Verwerfungen, bei denen der im Hangenden eines Verwerfers

befindliche Teil einer Lagerstätte durch Senkung eine tiefere Lage angenommen hat, als der liegende Teil, siehe Fig. 28, wobei in den meisten Fällen die Erscheinung eintritt, daß die Lagerstätten auch im Streichen abgeschnitten sind und hinter dem Verwerfer mehr oder weniger weit nach der einen oder andern Seite hin wieder aufgesucht (ausgerichtet) werden müssen, siehe Fig. 29.

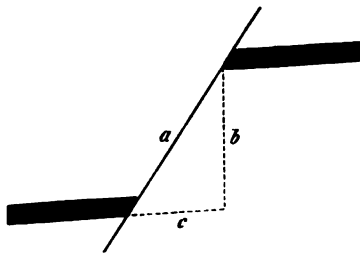


Fig. 28 (Profil).  
Sprunghöhe und Sprungweite.

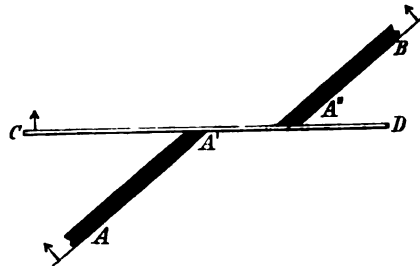


Fig. 29.  
Spaltenverwerfung (Grundriß).

Daß derartige Verwerfungen durch Senkung der, im Hangenden des Verwerfers liegenden, Gebirgsschichten entstanden sind, und daß hierbei in der Regel das Liegende des Verwerfers die Unterlage bildete, hat zuerst Bergrat Schmidt<sup>1)</sup> in Siegen nachgewiesen.

Spaltenverwerfungen sind durch ihr häufiges Vorkommen wichtig. Ältere Gänge werden von jüngeren, Flötze und Lager nebst den sie umschließenden Gesteinsschichten, sowie diese allein, werden durch Sprungklüfte oder Gänge verworfen.

Alle derartigen Verwerfer müssen naturgemäß jünger sein, als die verworfenen Lagerstätten; so mußte z. B. der Gang oder das Flötz *AB* in Fig. 29 schon vorhanden, also älter sein, als der Verwerfer (Gang bzw. Sprung) *CD*.

**39. Entstehung der Spaltenverwerfungen.** — Daß man sich ein klares Bild aller Verwerfungen nur dann machen kann, wenn man sich die Vorgänge bei der Entstehung vergegenwärtigt, ist schon bei den Faltenverwerfungen nachgewiesen und auch bei den Spaltenverwerfungen notwendig.

Aus der in 18. mitgeteilten Verwandtschaft folgt, daß Gänge und Sprünge derselben Ursache ihre Entstehung verdanken<sup>2)</sup>. Dieselben sind ausgefüllte Spalten, folglich muß das Aufreißen von Spalten der Anfang ihrer Entstehung sein.

Bei allen sonst üblichen Annahmen für die Ursache dieses ersten Aufreißen der Spalten (16, Anm. 2) bleibt eine Reihe von Erscheinungen unerklärlich, so der Umstand, daß die zusammengesetzten Gänge und Gang-

1) Schmidt, Theorie der Verschiebung älterer Gänge. Frankfurt 1810.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 206.

züge des Harzes dasselbe Einfallen haben und daß man auch in Westfalen zwei Systeme von Sprüngen unterscheiden kann, von denen das eine westlich, das andere östlich einfällt.

Da jedoch die Tatsache zweifellos feststeht, daß die Gebirgsschichten im Hangenden der Verwerfer gesunken sind<sup>1)</sup>, so braucht man nur anzunehmen, daß diese Senkung begrenzter Teile der Erdrinde<sup>2)</sup> schon beim Aufreißen der Spalten tätig war, um für dieses eine einfache, naturgemäße und völlig genügende Erklärung zu bekommen<sup>3)</sup>.

Daß das Einfallen der Spalte nach dem einsinkenden Teile der Erdrinde gerichtet sein mußte, ist an und für sich klar, wird aber noch dadurch bestätigt, daß diejenigen Risse, welche über Tage an der Grenze von Sicherheitspfeilern infolge des Abbaues von flach liegenden Kohlenflötzen entstehen, dasselbe Verhalten zeigen.

Gleichzeitig folgt aus Vorstehendem, daß die, auf die beschriebene Weise entstandenen Spalten, mögen wir sie jetzt in Gestalt von Gängen oder Sprüngen vor uns haben, in der Regel ein steiles Einfallen haben müssen, wie es in der Tat auch der Fall ist, und daß man alle flach einfallenden Verwerfer in erster Linie nicht als Spaltenverwerfer zu betrachten hat.

Spaltenverwerfungen können sowohl in stark gefalteten und steil aufgerichteten, als auch in flach gelagerten Gebirgsschichten auftreten.

**40. Alter der Spalten.** — Spalten, welche einer und derselben Ursache ihre Entstehung verdanken, also wahrscheinlich auch einer und derselben Bildungszeit angehören, fallen, wie sich aus Vorstehendem ergibt, nach derselben Richtung ein. Setzen mehrere derartige Spalten einander parallel auf, so bilden die verworfenen Gebirgsteile eine Treppe, siehe Fig. 30.

Ein solches Verhalten hat für den nordwestlichen Oberharz zuerst v. Groddeck nachgewiesen. Dort befinden sich im Liegenden der nördlichsten Gangzüge die älteren devonischen Gesteine, im Hangenden der südlichsten Gangzüge die jüngsten Kulmschichten<sup>4)</sup>. Auch bei den übrigen Oberharzer Gängen ist eine Verwerfung des Nebengesteins in vielen Fällen deutlich nachzuweisen, vergl. 21, Abs. 9.

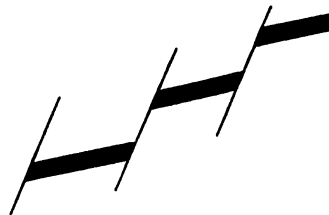


Fig. 30. Terrassenförmige Verwerfung.

1) Vergl. 21, Abs. 9.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 196.

3) Glückauf. Essen 1894, S. 1657.

4) v. Groddeck, a. a. O. S. 36, 37, 229. — Daß am nordwestlichen Oberharz eine gegenseitige Verwerfung der Gänge kaum zu finden ist, vergl. H. Hoefler in Österr. Zeitschr. 1886, S. 350, ist dadurch zu erklären, daß die Gänge unter-



Sprünge von entgegengesetztem Einfallen gehören wahrscheinlich einer andern Periode an. Auch muß man annehmen, daß dieselben sich ebenso wie die Gänge durchsetzen können, so daß man auch hier Verwerfer, also jüngere Sprünge, und verworfene, also ältere Sprünge, zu unterscheiden hat. Auf andere Weise lassen sich Erscheinungen, wie sie Fig. 31

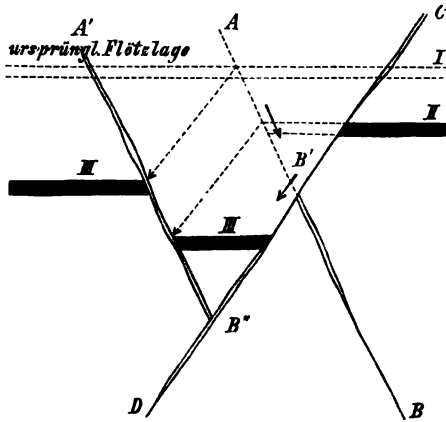


Fig. 31. Durchsetzung zweier Sprünge (Graben).

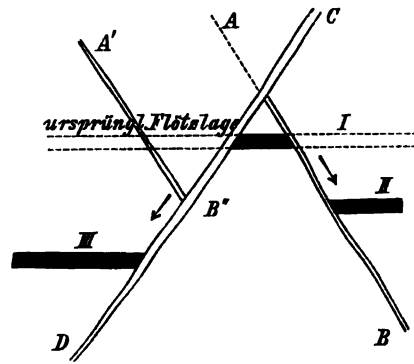


Fig. 32. Durchsetzung zweier Sprünge (Horst).

(Graben) und Fig. 32 (Horst) dargestellt sind, schwer erklären, während sich für das gegenseitige Durchsetzen und Verwerfen genügende Analogien bei den Gängen und auch entsprechende Beispiele von Spalten oder Sprüngen anführen lassen<sup>1)</sup>.

In dem Falle Fig. 31 fand zunächst eine Senkung an der älteren Spalte AB statt, so daß das Flötz aus seiner ursprünglichen Lage I in die Lage II kam. Sodann wurden durch den jüngeren Verwerfer CD sowohl der im Hangenden desselben befindliche Teil AB' des Sprunges AB in die Lage A'B', als auch die hangenden Flötzstücke in die Lage III gebracht. Ähnlich war der Vorgang in Fig. 32.

Die Spaltenverwerfungen (Gänge und Sprünge) durchsetzen erfahrungsgemäß die Faltungen und Faltenverwerfungen, sind also auch jünger als diese.

**41. Sonstige bei Spaltenverwerfungen vorkommende Beziehungen.** — Rechtsinnig fallende Sprünge sind solche, deren Fallrichtung mit derjenigen des Flötzes einen Winkel von  $90^\circ$  und darunter einschließt. Beträgt der Winkel mehr als  $90^\circ$ , so nennt man die Sprünge widersinnig.

einander mehr oder weniger parallel sind, sowie in dem Umstande, daß sie bei ihrem gleichen Einfallen (vergl. 40, Abs. 4) einer und derselben Entstehungsperiode angehören.

1) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 207.

Die Größe der Spaltenverwerfungen (Sprunghöhe) wird nach verschiedenen Richtungen gemessen. In Fig. 28 ist  $a$  die flache Sprunghöhe, d. h. die Entfernung der beiden Lagerstättenteile, in der Ebene des Verwerfers gemessen,  $b$  ist die seigere Sprunghöhe oder der senkrechte Abstand beider Flötzteile, endlich  $c$  die sölhliche Sprungweite.

Bei der Sprunghöhe zeigt sich die Eigentümlichkeit, daß dieselbe bei ein und derselben Spaltenverwerfung wechselt<sup>1)</sup>.

Da man ferner bei im Streichen wenig ausgedehnten Spaltenverwerfungen, deren Verlauf man deutlich verfolgen kann, fast regelmäßig die Beobachtung macht, daß die Sprunghöhe sich nach beiden Seiten hin verliert, so läßt sich dasselbe auch für die im Streichen mehr ausgedehnten Sprünge vermuten<sup>2)</sup> und daraus ein Beweis für die Behauptung ableiten, daß das Einsinken der Erdrinde an einzelnen Teilen derselben, und auch innerhalb dieser, ungleichmäßig stattgefunden hat.

Die Sprunghöhe ist oft sehr unbedeutend, so daß die durch den Verwerfer getrennten Lagerstättenteile noch voreinander liegen. Andererseits aber gibt es Sprünge bis zu 900 m Höhe (Pendleton fault oder Great Irwell fault bei Manchester)<sup>3)</sup> und solche, bei denen die hangenden Schichten bis in unbekannte Tiefen gesunken sind, wie die »Sandgewand« bei Aachen. Die Spaltenverwerfungen sind in der Regel mehr oder weniger querschlägig, d. h. ihr Streichen weicht von demjenigen der Flötze so weit ab, daß sie zum Unterschiede von den Faltenverwerfungen beim Auffahren streichender Strecken in Flötzen und Lagern nahezu querschlägig oder doch unter spitzem Winkel angetroffen werden.

Geht man von dieser Entstehungsweise der Spaltenverwerfungen aus, so ist es einleuchtend, daß durch das Aufreißen der Spalten zunächst eine glatte Trennung der durchsetzenden Lagerstätten stattfinden mußte, was mit der Tatsache übereinstimmt, daß bei Spaltenverwerfungen sowohl Gänge als Flötze an dem Verwerfer stumpf absetzen oder höchstens eine, bei der Senkung entstandene, schwache Umbiegung, jedoch ohne alle Fältelung, zeigen. Die letztere würde auf eine Faltenverwerfung, eine scharfe Umbiegung im Sinne einer horizontal wirkenden Kraft, unter allmählichem Auskeilen, auf eine Verschiebung (46) deuten.

**42. Ausrichtung der Spaltenverwerfungen.** — Regeln für die Ausrichtung reiner Spaltenverwerfungen hat zuerst Bergrat Schmidt in Siegen aufgestellt, siehe 38. Die Schmidtschen (vier) Regeln sind jedoch ziemlich verwickelt und später durch v. Carnall in eine vereinfachte Form gebracht, welche noch weiter vereinfacht für allgemeine Anwendung auf Gänge, Lager und Flötze in folgender Weise ausgedrückt werden kann:

Trifft man beim Auffahren in einer Lagerstätte auf das Han-

1) Mietzsch, a. a. O. S. 193.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 205.

3) Mietzsch, a. a. O. S. 183 u. 192.

gende eines Verwerfers, so hat man ihn zu durchbrechen und sodann in das Hangende des bekannten Teiles der Lagerstätte aufzufahren. Trifft man dagegen auf das Liegende des Verwerfers, so muß man nach seiner Durchbrechung die verworfene Lagerstätte durch Auffahren in das Liegende der Lagerstätte aufsuchen.

Bei stumpfem Sprungwinkel ist die Regel umzukehren.

Unter Sprungwinkel<sup>1)</sup> ist derjenige Winkel  $SpW$  in Fig. 33<sup>2)</sup> zu verstehen,

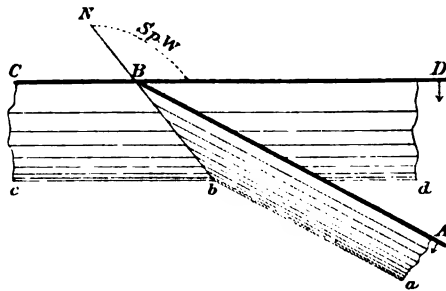


Fig. 33. Konstruktion des Sprungwinkels.

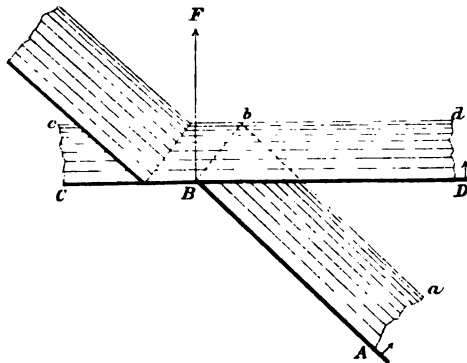


Fig. 34. Anwendung der Zimmermannschen Regel.

zu verstehen, welchen die Schnittlinie ( $bBN$ ) der verworfenen Lagerstätte und des Verwerfers mit dem ins Liegende der Lagerstätte hineingehenden Teile  $BD$  der Streichlinie des Verwerfers macht.

Übrigens würde diese Ausnahme nur dann eintreten können, wenn der Verwerfer, wie es Fig. 33 zeigt, wesentlich flacher einfällt, als die verworfene Lagerstätte. Da man dies leicht erkennen kann, so kommt man mit der Schmidtschen Regel in vorstehend gegebener Fassung in den meisten Fällen aus.

Die Regel von Schmidt paßt aber auch dann nicht, wenn durch gleichzeitige Einwirkung einer horizontalen Seitenkraft das verworfene Stück der Lagerstätte nicht auf diejenige Seite der Schnittlinie  $Bb$  in Fig. 34 kommt,

auf welcher es bei Einwirkung der Schwerkraft allein liegen müßte, wie weiter unten gezeigt werden wird.

Ob die Schwerkraft allein, oder gleichzeitig eine horizontal wirkende Kraft tätig war, erkennt man häufig an Streifungen auf der Ebene der

1) Robert Dannenberg, Über Verwerfungen. Braunschweig 1884, S. 6.

2) Die stark ausgezogenen Linien  $AB$  und  $CD$  in den Fig. 33 bis 43 bedeuten die Streichungslinien in der Sohle, in welcher man sich bei dem Auffahren befindet, die fein ausgezogenen Linien  $ab$  und  $dc$  eine höhere oder tiefere Sohle, die kleinen Pfeile die Fallrichtung.

Senkung. Im ersten Falle ist die Streifung nach der Fallungslinie, im zweiten nach der Resultirenden zwischen der Fallungslinie und der Horizontalen gerichtet.

Die von Bergrat Zimmermann<sup>1)</sup> in Clausthal aufgestellte Regel berücksichtigt dagegen alle Möglichkeiten.

Zwar hat auch Zimmermann die gleichzeitige Einwirkung einer Horizontalkraft nicht gekannt und seine ursprüngliche Regel nur für den Fall einer Senkung nach der Fallungslinie aufgestellt. In allgemein gültiger Fassung läßt sich die Regel folgendermaßen ausdrücken:

»Man ziehe zunächst von dem Punkte (*B*, Fig. 34, 35, 37, 38, 40, 41), in welchem der Verwerfer (von *A* aus) angefahren wurde, in der Ebene des Verwerfers und in der Richtung nach dem entgegengesetzten Salbände des Verwerfers eine, der Richtung der Senkung entsprechende Linie (*BF*). Alsdann konstruiere man die Linie (*Bb*), in welcher sich die Ebenen der Lagerstätte und des Verwerfers schneiden, und suche die verworfene Lagerstätte nach der Seite auf, nach welcher die Richtung der Senkung (*BF*) von der Schnittlinie (*Bb*) oder, falls man sich auf dem gesunkenen Teile befindet, von der Verlängerung der Schnittlinie über die Streichungslinie des Verwerfers hinaus abweicht.«

Erfolgte also die Richtung der Senkung nach der Fallungslinie, so stellt sie sich in der Zeichnung als Lot auf die Streichungslinie des Verwerfers dar, im andern Falle ist sie, der beobachteten schrägen Streifung (s. o.) entsprechend, mehr oder weniger geneigt gegen die Streichungslinie des Verwerfers, siehe Fig. 42, 43.

Die Konstruktion der Schnittlinie ist einfach. Nachdem man die Streichungslinie der Lagerstätte und des Verwerfers *AB* und *CD*, Fig. 35, aufgetragen hat, ist ein Punkt der Schnittlinie, nämlich *B*, schon vorhanden, ein zweiter kann leicht gefunden werden, wenn man die Lage der Streichungs-

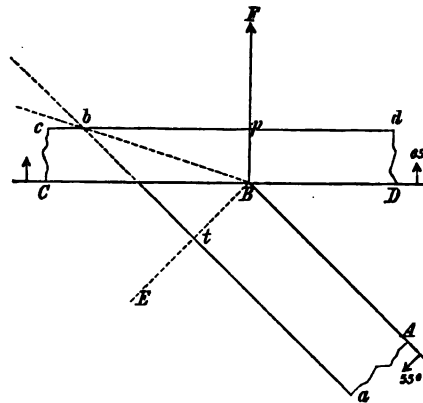


Fig. 35. Konstruktion der Durchschnittslinie.

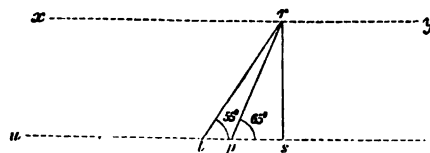


Fig. 36. Konstruktion der Sohlen für die Faltungslinie.

1) Zimmermann, Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze. Darmstadt u. Leipzig 1828, S. 49.

linie beider Ebenen in einer tieferen oder (wenn man sich auf dem gesunkenen Teile befindet) in einer höheren Sohle ermittelt, denn die Durchschnittpunkte aller Streichungslinien sind zugleich Punkte der Schnittlinie.

Sei also  $xy$  in Fig. 36 diejenige Sohle, in welcher der Verwerfer angefahren wurde,  $uv$  eine zweite tiefere Sohle. Fällt man von der oberen zur unteren Sohle das Lot  $rs$  und trägt an  $r$  den Fallungswinkel der Lagerstätte  $= 55^\circ$ , sowie den Fallungswinkel des Verwerfers  $= 65^\circ$  auf, so sind die Linien  $st$  und  $sp$  die Grundrisse oder Sohlen der Fallungslinien  $rt$  und  $rp$ . Trägt man diese Linien auf den Loten  $BE = Bt$  und  $BF = Bp$ ,

siehe Fig. 35, auf und zieht durch die Punkte  $t$  und  $p$  Parallelen zu den Streichlinien  $AB$  und  $CD$ , so sind die Linien  $ab$  und  $cd$  die Streichlinien der tieferen Sohlen,  $b$  ist ihr Durchschnittpunkt und die Linie  $Bb$  die gesuchte Schnittlinie der beiden Ebenen bezw. deren Grundriß.

Das im Punkte  $B$  errichtete Lot  $BF$  weicht nach rechts oder in das Liegende

des verworfenen Flötzes ab, folglich ist das verworfene Flötzstück nach Durchbrechung des Verwerfers durch Auffahrung in das Liegende des Flötzes aufzusuchen.

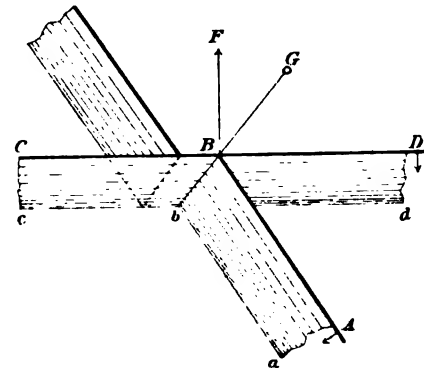
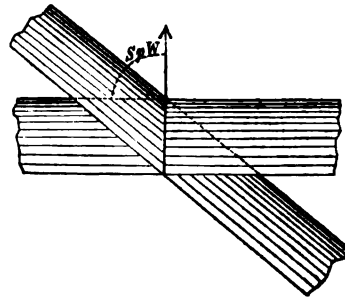


Fig. 37.

Fig. 38. Beispiele von Spaltenverwerfungen.

Fig. 39. Spaltenverwerfung mit einem Sprungwinkel  $= 90^\circ$ .

Weitere Beispiele, in denen die Ebenen körperlich dargestellt sind, liefern die Fig. 37, 38.

Sollte der Fall eintreten, daß Schnittlinie und Lot sich decken, wie in Fig. 39, wobei gleichzeitig der Sprungwinkel ein rechter ist, so hat trotz stattgehabter Senkung das hangende Stück der Lagerstätte keine seitliche Lage angenommen. Es sind lediglich höhere Teile der Lagerstätte herabgekommen, ohne die Fortsetzung zu unterbrechen.

**43. Ableitung der Zimmermannschen Regel.** — Der Regel von Zimmermann ist der Vorzug deshalb zu geben, weil man sie in jedem Falle selbst ableiten kann, auch ohne ihren Wortlaut zu kennen.

Befindet man sich auf dem stehengebliebenen, also auf dem liegenden Teil der Lagerstätte und hat den im Hangenden gesunkenen Teil aufzusuchen, so verfährt man in folgender Weise:

In Fig. 40 sind wiederum  $AB$  und  $CD$  die Streichungslinien der Lagerstätte bzw. des Verwerfers in einer oberen Sohle,  $ab$  und  $cd$  dieselben Linien in einer tieferen Sohle,  $B$  ist der Anfahrungs Punkt,  $BEbe$  die Lage des verworfenen Lagerstättenteiles vor der Senkung. Diese soll ohne Einwirkung einer Horizontalkraft, also nach der Fallungslinie (Lot)  $BF$  erfolgt sein.

Nimmt man an, daß dabei der Punkt  $B$  nach  $B'$ , folglich auch der Punkt  $b$  nach  $b'$  gekommen sei, so ist  $B'b'$  die Lage der Schnittlinie  $Bb$  und  $B'b'Ji$  diejenige des verworfenen Lagerstättenteiles nach erfolgter Senkung. Verlängert man die Schnittlinie  $b'B'$  bis  $gG$ , so ist diese Linie die Lage der Schnittlinie zwischen den Streichungslinien  $CD$  und  $cd$ , folglich  $GHgh$  das gesuchte Lagerstättenteil. Dasselbe liegt auf derjenigen Seite vom Anfahrungs Punkte  $B$ , nach welcher das Lot  $BF$  von der Schnittlinie  $Bb$  abweicht.

Befindet man sich dagegen auf dem gesunkenen Teile, also im Han-

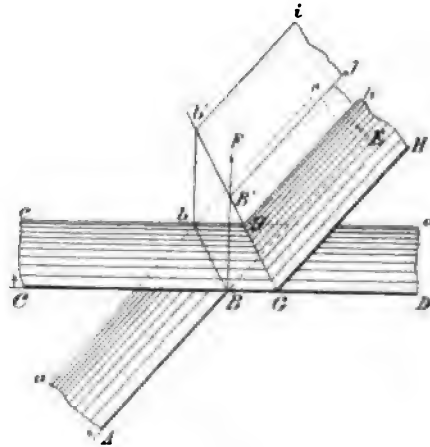


Fig. 40.

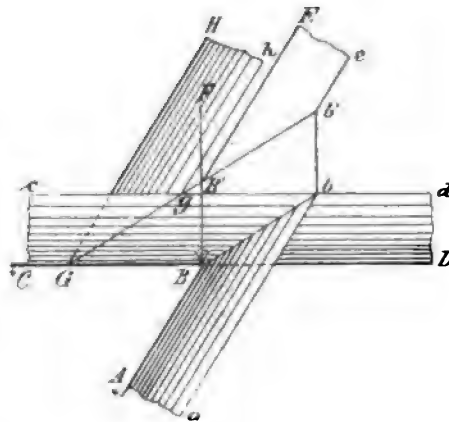


Fig. 41.

genden des Verwerfers, und hat den stehengebliebenen Lagerstätten teil aufzusuchen, so muß man fragen, aus welcher ursprünglichen höheren Lage die Punkte  $B$  und  $b$  der Schnittlinie, siehe Fig. 41, herabgesunken sind. Errichtet man wiederum im Anfahrungspunkte  $B$  das Lot  $BF$  (Richtung der Senkung), zieht die Lage der Streichungslinie in einer höheren Sohle =  $ab$  und  $cd$  und nimmt die Lage der Schnittlinie vor der Senkung zu  $Bb'$  an, so ist die Verlängerung  $Gg$  die Lage der Schnittlinie zwischen den Streichungslinien  $CD$  und  $cd$ , mithin  $GHgh$  das gesuchte Lagerstättenstück,  $B_1b_1Ee$  dagegen dasjenige, welches mit dem gesunkenen Stück  $ABab$  ursprünglich in Zusammenhang stand.

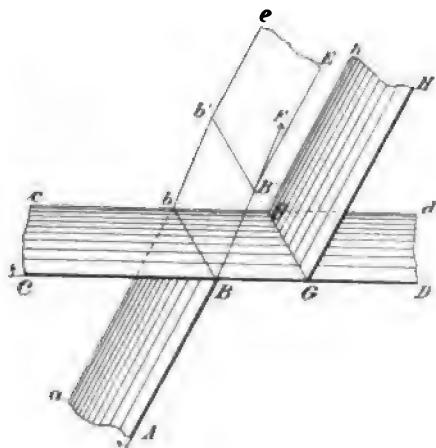


Fig. 42.

Befindet man sich also auf dem gesunkenen Teile und man konstruiert die Lage der Streichungslinien  $ab$  und  $cd$  nicht in einer tieferen, sondern in einer höheren Sohle, so hat man nicht nötig, die Schnittlinie, wie es in der Regel ausgesprochen wurde, über die Streichungslinie des Verwerfers hinaus zu verlängern.

In derselben Weise würde man vorgehen müssen, wenn man nicht die Fallungslinie oder ein Lot, sondern bei gleichzeitiger Einwirkung einer Horizontalkraft die Resultierende  $BF$  als Richtung der Senkung einzuzeichnen hätte, wie es in den Fig. 42 und 43 dargestellt ist. In Fig. 42 ist die seitliche Verwerfung durch die Horizontalkraft vergrößert, während in

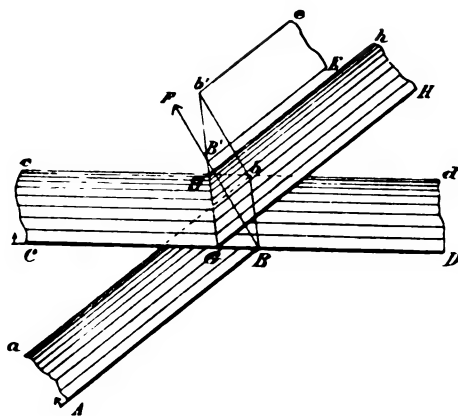


Fig. 43.

Fig. 43 das verworfene Lagerstättenstück auf der entgegengesetzten Seite der Schnittlinie liegt, also bei der ursprünglichen Fassung der Zimmermannschen Regel (und auch nach der Schmidtschen Regel, s. o.) nicht auszurichten wäre, weil ein in  $B$  errichtetes Lot nach rechts abweichen würde.

Es dürfte aus diesen Darlegungen hervorgehen, daß die Zimmermannsche Regel bei richtiger Anwendung unbedingt auch zu einem richtigen

Resultate führen muß, und daß es nicht gerechtfertigt erscheint, die Regeln von Schmidt und Zimmermann als unhaltbar zu bezeichnen<sup>1)</sup>.

**44. Größe der Verwerfung.** — Die Größe der Verwerfung, d. h. die söhliche Entfernung der beiden verworfenen Lagerstättenteile, hängt, wie auch schon aus dem Vorstehenden zu entnehmen ist, einerseits von dem Winkel, welchen die Durchschnittslinie mit der auf dem Streichen des Verwerfers gezogenen, der Senkungsrichtung entsprechenden Linie bildet, anderseits von der Größe der Senkung im Hangenden des Verwerfers und von gleichzeitiger Einwirkung einer Horizontalkraft ab. Fallen Durchschnitt und Richtung der Senkung zusammen, siehe Fig. 39, ist also der Winkel, den beide einschließen,  $= 0$ , so ist auch die seitliche Verwerfung  $= 0$  und wächst mit der Größe dieses Winkels. Während sich dieser (am bequemsten durch Konstruktion) genau bestimmen läßt, ist dies mit der Größe der Senkung bei Gängen seltener möglich, als bei Flötzen, weil im Kohlengebirge leicht zu erkennende Gesteinsschichten und Flötze häufiger auftreten. Findet man z. B. nach Durchfahrung des Verwerfers ein Flötz oder eine Konglomeratschicht u. s. w., welche im Liegenden des Verwerfers 100 m höher auftritt, so weiß man bestimmt, daß die Größe der Senkung dieser Höhe entspricht. In solchem Falle läßt sich die Entfernung, um welche das eine Stück der Lagerstätte, horizontal auf dem Verwerfer gemessen, seitwärts von dem andern liegt, sowohl durch Konstruktion, als auch durch Rechnung ermitteln, wie sich z. B. aus Fig. 41 ergibt, denn wenn die dort angenommene Größe der Senkung  $BB'$  bekannt wäre, so ergibt sich die Größe der seitlichen Verwerfung  $BG$  aus der Konstruktion. Ebenso ist umgekehrt die Sprunghöhe  $BB'$  zu finden, wenn  $BG$  bekannt ist.

### 3. Verschiebungen (Blattverschiebungen).

**45. Erklärung und Beispiele.** — Verschiebungen der Lagerstätten<sup>2)</sup> sind diejenigen Störungen, bei denen ein Teil der Gebirgsschichten mit den darin eingeschlossenen Lagerstätten durch einen mehr oder weniger horizontal wirkenden Druck von einem andern Gebirgsteile abgerissen und fortgeschoben wurde. Dabei zeigen sich die Gebirgsschichten sowohl als die Lagerstätten im Sinne der Fortbewegung umgebogen und allmählich bis zum Verschwinden ausgereckt, ohne daß in der Nähe der Verschiebung eine Faltung bzw. Fältelung, wie bei den Faltenverwerfungen, zu beobachten wäre. Außerdem zeigt die Zerreißungsebene, siehe  $NN$  in Fig. 44, häufig die Spuren der Fortbewegung in Form von Harnischen und Furchen.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1881, S. 434; 1897, S. 424. Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke, deutsch von C. Leybold, Braunschweig 1885, S. 31. — H. Höfer in Österr. Zeitschr. 1880, S. 319.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 202; 1882, Bd. 30, S. 38, 40; 1885, Bd. 33, S. 87.



Die Verschiebungen spielen unter den Störungen der Lagerstätten eine

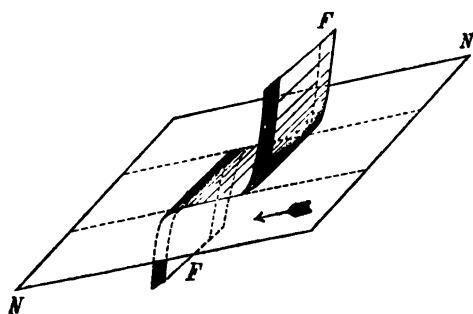


Fig. 44. Verschiebung.

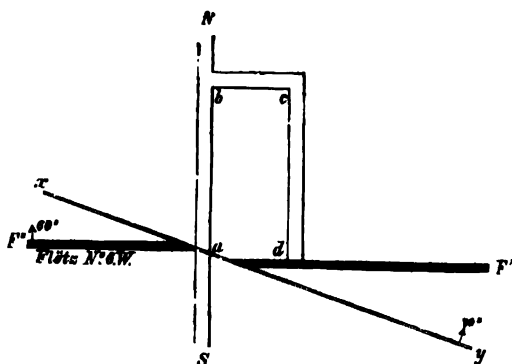


Fig. 45 (Grundriß). Verschiebung des Flötzes Nr. 6 der Zeche Julius Philipp bei Bochum.

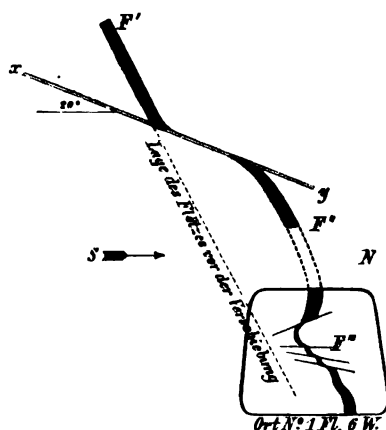


Fig. 46 (Profil). Von der Zeche Julius Philipp bei Bochum.

bei weitem wichtigere Rolle, als man jetzt noch vielfach annimmt; sie kommen in jedem gefalteten Gebirge vor und zwar um so häufiger, je intensiver eine Horizontalkraft auf die Gesteinsschichten eingewirkt hat.

Als typische, der Natur entnommene Beispiele von Verschiebungen können die in den Fig. 45 bis 56 dargestellten betrachtet werden. Fig. 45 zeigt eine Verschiebung des Flötzes Nr. 6 der Zeche Julius Philipp bei Bochum im Grundriß, Fig. 46 dieselbe Verschiebung im Profil, in etwa 100 m Entfernung westlich von Querschlag *NS* in Fig. 45. Die Buchstaben *abcd* geben den Umweg an, den man zum Zweck der Ausrichtung gemacht hat. Die Zerreißeungsebene oder das Blatt (Geschiebe) *xy* hat ein Einfallen von etwa  $20^\circ$ , das Flötz ein solches von  $60^\circ$ . Die Lage der ge-

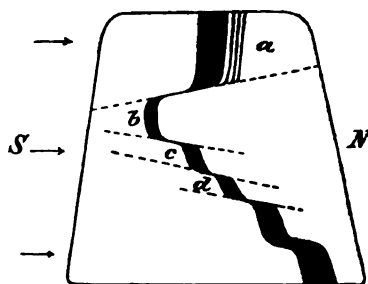


Fig. 47. Verschiebungen vor Ort Nr. 1 W im Flötz 6 — s. Fig. 45, 46.

trennten Flötzteile entspricht — abgesehen von dem flachen Einfallen

des Geschiebes — nicht derjenigen, wie sie bei einer Spaltenverwerfung eingetreten sein müßte, denn der hangende Flötzteil  $F'$  liegt höher, als der liegende  $F''$ . Außerdem zeigen beide Flötzteile deutliche Umbiegung

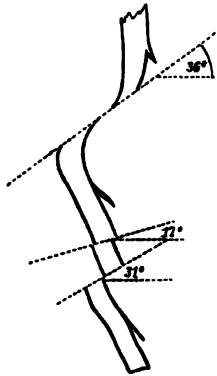


Fig. 46 (Profil).  
Verschiebungen im Samsoner Gange  
zu St. Andreasberg. — 37. Firste.

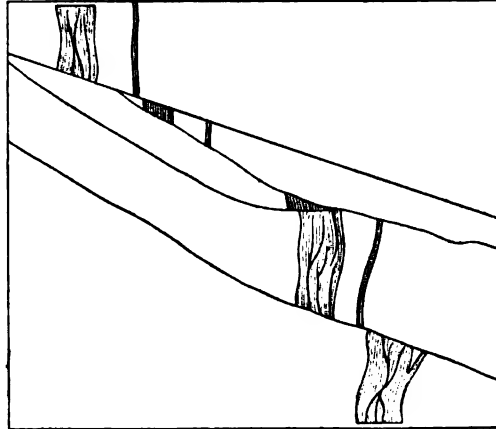


Fig. 50 (Profil).  
Verschiebungen im Jakobaglücker Gang, 3. Strecke, zu  
St. Andreasberg.

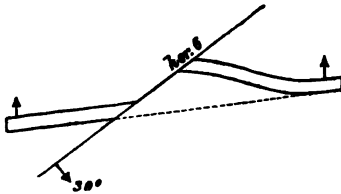


Fig. 49 (Grundriß). Verschiebung des Samsoner Ganges in der 37. Firste.

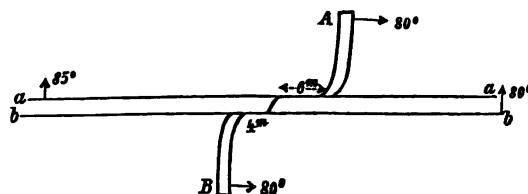


Fig. 51 (Grundriß). Verschiebung eines Gangtrümms im  
liegenden Querschlage der Kunstkammerstrecke.

und allmähliches Auskeilen in der Richtung des Drucks. Der Flötzteil  $F''$  ist, weil man in Westfalen die Druckrichtung<sup>1)</sup> von Süden nach Norden anzunehmen hat (35), unter  $F'$  fortgeschoben. Der unterste Flötzteil  $F'''$  setzte der schiebenden Kraft verschieden großen Widerstand entgegen, so daß vor Ort Nr. 1 W, siehe Fig. 46 und 47, mehrere kleinere Verschiebungen beobachtet werden konnten.

Die Sandsteinschicht  $a$  hat dieselben Biegungen erlitten wie die Kohle<sup>2)</sup>. Die am wenigsten verschobenen Flötzstücke  $bed$  sind bis auf  $1/4$  der ursprünglichen Mächtigkeit zusammengepreßt.

1) Im einzelnen Falle soll man die Richtung des Druckes durch das Gefühl ermitteln können. Gleitet man nämlich mit der Hand über solche Rutschflächen längs der Rutschstreifen hin, so ist die Richtung, nach welcher sie sich rauher anfühlen, die Verschiebungsrichtung jenes Gebirgsteiles, dem sie angehören. — Vergl. H. Höfer in Österr. Zeitschr. 1886, S. 351.

2) Näheres siehe in Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 202.

Von den, in den Harzer Gruben in großer Anzahl vorkommenden Blattverschiebungen sollen im folgenden nur einige Beispiele angeführt werden.

Fig. 48 zeigt im Profil mehrere Verschiebungen des Samsoner Ganges in St. Andreasberg<sup>1)</sup> in einer Höhe von etwa 8 m. Das oberste Gangstück, welches sich mit einer Spitze an das Blatt anlegt, ist am weitesten verschoben. Es zeigt am oberen Ende eine Biegung nach rückwärts und kehrt deshalb in größerer Höhe vermutlich in die ursprüngliche Lage zurück. Eine andere charakteristische Verschiebung der St. Andreasberger Gänge zeigen die Fig. 49 und 50.

In einem liegenden Querschlage auf der Sohle der Kunstkammerstrecke der Grube Alter Segen bei Clausthal setzen zwei Blätter *a* und *b*, siehe Fig. 51, auf. Das Trumm *B* ist in zwei Absätzen von 4 und 6 m verschoben und in dünn ausgezogenem Zustande bis zur Fortsetzung *A* zu verfolgen. Dasselbe Trumm ist im Rabenstollen-Querschlage 80 m weit verschoben.

Besonders charakteristisch ist auch die Verschiebung des Altensegener Hauptganges im Umbruch der tiefen Wasserstrecke, etwa 80 m westlich vom Rosenhöfer Schachte. Das Geschiebe fällt mit  $80^\circ$  nach SO, der Gang mit  $80^\circ$  nach SW ein. Das Gangstück *T*, siehe Fig. 52, ist vor dem Geschiebe umbogen und bis zu einer Spitze ausgezogen. Bei einigen dieser Geschiebe zeigt sich eine deutliche, nahezu horizontale Streifung.

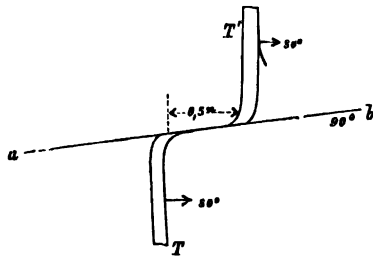


Fig. 52 (Grundriß).  
Verschiebung des Altensegener Hauptganges im Umbruch der tiefen Wasserstrecke, etwa 80 m westlich vom Rosenhöfer Schachte.

In allen diesen Fällen kann eine Spaltenverwerfung nicht vorliegen, weil sich die verschobenen Gangstücke nicht auf der entsprechenden Seite

befinden. Letzteres kann allerdings auch bei Verschiebungen vorkommen, ist dann aber lediglich das Ergebnis von Zufälligkeiten.

Der Charakter der Verschiebungen ist besonders deutlich auch im Westfelde der Grube Herzog Georg Wilhelm zu erkennen, wo auf der 16. Feldortstrecke mehrere derselben wenige Meter vor der faulen Ruschel, auf der 19. Feldortstrecke aber innerhalb derselben auftreten<sup>2)</sup>.

Das Rammelsberger Erzlager zeigt an seinem westlichen Ende in der oberen Sohle eine einfache Umbiegung. Diese wird auf jeder tieferen Sohle stärker, bis sie auf der 7. Feldortstrecke als eine Blattverschiebung mit allmählichem Auskeilen des Lagers und einem starken Besteg erscheint<sup>3)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 87, Texttafel *b*.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1897, S. 218; 1902, S. 266.

3) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 31, Texttafel und Fig. 27.

Auch das bisher bekannte östliche Ende des Erzlagers ist nach neueren Untersuchungen auf der Tagesförderstrecke 220 m weit verschoben und im Jahre 1902 durch eine, hinter dem Geschiebe aufgefahrene Strecke wieder ausgerichtet.

Auch die Siegerländer »Deckelklüfte« sind lediglich Blattverschiebungen<sup>1)</sup>.

Fig. 53 zeigt den Beginn und somit auch recht deutlich das Wesen einer Verschiebung<sup>2)</sup>. Dieselbe wurde im Ziller verkehrt fallenden hangenden Trumm der Grube Alter Segen 267 m unter Tage beobachtet. Von zahlreichen in Pöfbram beobachteten Gangverschiebungen sind einige Beispiele in den Fig. 54 bis 56 (Profile) und 57 (Grundriß) gegeben.

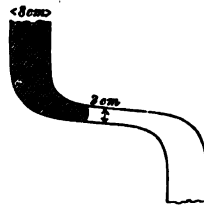


Fig. 53.  
Verschiebung des Ziller verkehrt fallenden hangenden Trumms auf Grube »Alter Segen« bei Clausthal.

In der Wurmmulde des Aachener Reviers kommen Verschiebungen vor,

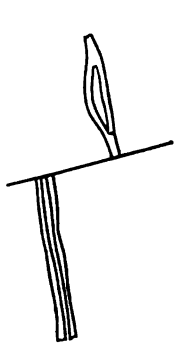


Fig. 54.  
Francisci Liegendgang, 20. Lauf, Anna-Grube.

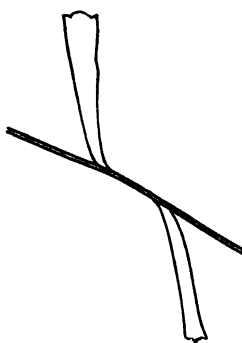


Fig. 55.  
Liegendgang, 26. Lauf, Adalbert-Grube.

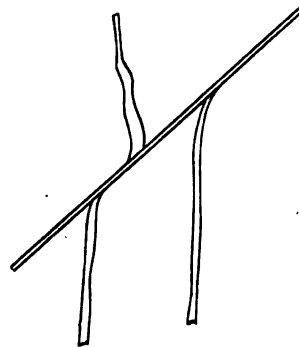


Fig. 56.  
Occ. fallender Liegendgang, 17. Lauf, Maria-Grube.

bei denen der südliche Sattelflügel auf den Nordflügel der nächsten nördlichen Mulde geschoben ist.

Die Geschiebe oder Blätter<sup>3)</sup> stellen sich hiernach als Ergebnisse der Verschiebung dar, sie sind folglich jünger, als die Lagerstätten, und entweder bloße Gesteinsscheidungen oder, was bei größeren Verschiebungen der Fall ist, von einer

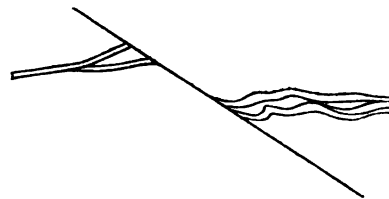


Fig. 57. Francisci Liegendgang, 20. Lauf, Anna-Grube.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1899, S. 217.

2) Der schraffierte Teil der Figur stellt ein in der königl. Bergakademie zu Clausthal aufbewahrtes Belagstück dar.

3) Vergl. Ed. Sueß, Das Antlitz der Erde. I. Abt. Leipzig 1883, S. 159.

Zone zerriebenen und durch Grubenfeuchtigkeit aufgelösten Nebengesteins (Besteg) begleitet. Die Geschiebe haben deshalb keine Ähnlichkeit mit den Sprungklüften, weil letztere ausgefüllte Spalten sind.

Es liegt in der Natur der Sache und geht auch aus den vorstehenden Beschreibungen hervor, daß von den Verschiebungen, je nach dem verschiedenen großen Widerstande in den einzelnen Gebirgsteilen, verschiedene Arten auftreten können, je nachdem ein Gebirgsstück über, unter oder neben einem andern fortgeschoben ist. Im letzteren Falle haben die Geschiebe, wie auch aus den vorstehenden Beispielen Fig. 51, 52 zu entnehmen ist, ein steiles, sonst meist ein flaches Einfallen.

Außer den Verschiebungen im engeren Sinne sind noch die mehrfach, u. a. von Dr. Leo Cremer in Westfalen, beobachteten Überschiebungen zu nennen, siehe 34, welche älter sein müssen, als die Faltungen und

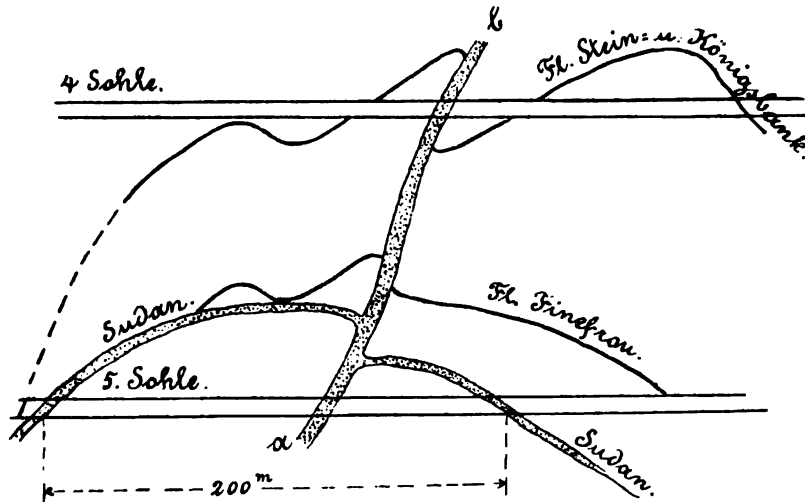


Fig. 54 (Profil).  
Überschiebung und Faltenverwerfung in Zeche Marianne u. Steinbank, 2. östl. Abth.

Faltenverwerfungen. Ein Beispiel dieser Art liefert Fig. 58. Der »Sudan«, eine der größten derartigen Überschiebungen, ist danach mit den Flötzen, also nach seiner Entstehung, gefaltet und schließlich, ebenso, wie diese von einer jüngeren Faltenverwerfung betroffen worden.

In der Literatur wurden die Verschiebungen früher mit unter die Sprünge gerechnet, obgleich sie eine ganz andere Entstehung haben. v. Carnall<sup>1)</sup> nennt eine Erscheinung, wie die in Fig. 44 der größeren

1) v. Carnall, Die Sprünge im Steinkohlengebirge, in Karstens Archiv Bd. IX, S. 61 u. 64, Fig. 57, 63, 121, 122, 123.

Deutlichkeit halber perspektivisch dargestellte, einen »spießeckigen, recht-sinnigen Übersprung«.

**46. Ausrichtung der Verschiebungen.** — Die Hauptmerkmale, an denen man eine Verwerfung als eine Verschiebung zu erkennen vermag, sind nach vorstehendem die Umbiegung und das allmähliche Auskeilen einer Lagerstätte ohne Faltung. Außerdem finden sich auf den Blättern sehr häufig mehr oder weniger horizontale Streifungen, vergl. 42, Abs. 7, welche gleichfalls sofort erkennen lassen, daß seitliche Bewegungen im Gestein stattgefunden haben müssen<sup>1)</sup>. Sind diese Merkmale an und für sich schon deutlich und nicht zu übersehen, so dient als weiteres Hilfsmittel für die Erkennung einer Verschiebung, daß die Umbiegung stets mehr oder weniger im Sinne eines horizontal wirkenden Druckes erfolgt sein muß<sup>2)</sup>.

Hat man danach eine Störung als Verschiebung erkannt, so ergibt sich die Regel für die Wiederausrichtung von selbst und ohne daß man Konstruktion oder Rechnung anzuwenden braucht:

Man durchbricht das Geschiebe und sucht das verschobene Stück der Lagerstätte auf derjenigen Seite auf, nach welcher die Umbiegung den Weg zeigt.

In St. Andreasberg ist es lokale Regel geworden, beim Anfahren eines Geschiebes die Streckenrichtung einzuhalten, wie es in der Fig. 49 durch punktierte Linien angedeutet ist, denn man hat dort die Erfahrung gemacht, daß bei derartigen Verwerfungen der verschobene Teil stets wieder in das ursprüngliche Streichen hineinkommt.

#### 4. Gangablenkungen<sup>3)</sup>.

**47. Allgemeines.** — Auf Gangablenkungen hat Grimm bei den Gängen von Nagyag, Offenbánya, Vöröspatak in Siebenbürgen und Pfibram in Böhmen, H. Credner bei den St. Andreasberger Gängen aufmerksam gemacht.

Die Gangablenkungen treten unter ähnlichen Erscheinungen auf, wie die Spaltenverwerfungen, d. h. ein Gang setzt hinter einem Verwerfer nicht in demselben Streichen, sondern unter seitlicher Verwerfung fort. Die letztere ist aber nicht das Ergebnis der Senkung im Hangenden des Ver-

1) Vergl. H. Höfer in Österr. Zeitschr. 1886, S. 349.

2) Es gibt auch, allerdings sehr selten, Umbiegungen von Gesteinsschichten, welche anscheinend durch Senkung entstanden sind. Man nennt diese Erscheinungen Flexuren.

3) W. Fuchs, Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten. Wien 1856, S. 78—80. — J. Grimm, Berg- u. Hüttenm. Jahrb. d. k. k. Mont.-Lehranst. 1866, Bd. V, S. 153 u. 154, und Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenw. 1866, S. 121. — H. Credner, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft, Bd. XVII, 1865, S. 216. — Babanek, Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1871, S. 348.

werfers, sondern dasjenige der ursprünglichen Spaltenbildung und entstand auf folgende Weise<sup>1)</sup>.

Der Ablenker, häufig (wenn nicht immer) eine faule Ruschel, war bereits vorhanden, als die Gangspalte aufriß. Die spaltenbildende Kraft fand in dem Ablenker den geringsten Widerstand, lenkte in dem ersteren demgemäß ab und konnte erst da wieder die ursprüngliche Richtung annehmen, wo die Kohäsion des Gesteins eine größere war, als in dem Ablenker.

Die Gangablenkung entspricht also vollkommen einer gewöhnlichen Änderung des Streichens, wie sie bei Gängen sehr häufig vorkommt und welche ebenfalls darin ihren Grund hat, daß die spaltenbildende Kraft im unzerklüfteten Nebengestein nicht überall die gleiche Kohäsion vorfand. Nur der eine Unterschied dürfte zwischen Gangablenkung und gewöhnlicher Änderung des Streichens stattfinden, daß bei ersterer nicht immer ein direkter Zusammenhang zwischen den getrennten Gangstücken deutlich erkennbar ist.

In letzterer Beziehung ist darauf aufmerksam zu machen, daß der abgelenkte Gang auf einer oder auf beiden Seiten des Ablenkers stark zertrümmert erscheint. — Gerade dieser Umstand dürfte am meisten geeignet sein, eine Verwerfung als Gangablenkung zu erkennen, denn wenn die Ablenker faule Ruscheln sind, so kann man sich vorstellen, daß die spaltenbildende Kraft in diesem Teile des Nebengesteins eine Zertrümmerung des Ganges bewirken mußte.

Dagegen ist der Umstand, daß die getrennten Gangstücke, wenn man sie zusammengeschoben denkt, nicht voreinander passen, kein charakteristisches Merkmal für eine Ablenkung, denn dieselbe Erscheinung paßt auch für Verschiebungen.

Dasselbe ist der Fall mit den feinen Trümmchen oder Gangschnüren innerhalb des Ablenkers, besonders wenn der Gang nicht unter spitzem, sondern dem rechten sich nähernden Winkel den Verwerfer trifft und sich vor dem letzteren hakenförmig umbiegt.

Überhaupt ist es sehr wahrscheinlich, daß viele Verwerfungen, welche die oben genannten Autoren für Gangablenkungen gehalten haben, Verschiebungen sind; bei mehreren als Ablenkungen erklärten Verwerfungen in St. Andreasberg ist dies tatsächlich der Fall<sup>2)</sup>.

Mit einiger Wahrscheinlichkeit wird man eine Gangablenkung dann vermuten können, wenn der Gang unter spitzem Winkel an den Ablenker heransetzt und wenn der letztere eine milde Ausfüllung hat. Denn ist der Winkel z. B. ein rechter, so ist schwer einzusehen, wie sich in dem Verwerfer ein Aufreißen von Trümmern in einer andern Richtung, als im Sinne der Senkung (siehe 39, Abs. 5) vollziehen konnte, und war die Ausfüllung des Verwerfers eine feste, so wird gleichfalls eine Ablenkung unwahrscheinlich.

1) v. Groddeck, Die Lehre von den Erzlagerstätten. Leipzig 1871, S. 51.

2) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 92, 95.

**48. Ausrichtung einer Gangablenkung.** — Bei einer Verwerfung, deren Entstehung von solchen Zufälligkeiten, wie von einem Wechsel der Kohäsion eines unzerklüfteten Nebengesteins abhängig war, läßt sich eine Regel für die Ausrichtung überhaupt nicht geben. Das einzige Anhalten können die kleinen Trümmchen bieten, welche neben oder in dem Ablenker die verworfenen Gangteile verbinden. Sollte dabei wirklich, wie man bei einer Umbiegung des Ganges vor dem Verwerfer stets annehmen muß, keine Ablenkung, sondern eine Verschiebung vorliegen, so würde der Zweck der Regel, die Ausrichtung des verworfenen Gangstückes, immer erreicht werden, die Frage aber, ob die Verwerfung der einen oder andern Art angehört, eine theoretische sein.

### Literatur.

- Bruckmann. *Magnatia Dei in locis subterraneis oder unterirdische Schatzkammern aller Königreiche und Länder.* Braunschweig 1727. 2. Teil. Wolfenbüttel 1830.
- Joh. Chr. Lebr. Schmidt. *Theorie der Verschiebung älterer Gänge.* Frankfurt 1810.
- Derselbe. *Beiträge zu der Lehre von den Gängen.* Siegen 1827.
- Dr. Chr. Zimmermann. *Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze.* Darmstadt und Leipzig 1828.
- v. Carnall. *Die Sprünge im Steinkohlengebirge in Karstens Archiv, Bd. IX, S. 61 u. 64.*
- Am. Burat. *Étude sur les mines, théorie des gîtes metallifères.* Deutsch von Dr. v. Hartmann.
- Bernhard Cotta. *Gangstudien oder Beiträge zur Kenntniss der Erzgänge.* Freiberg 1850.
- Derselbe. *Die Lehre von den Flötzformationen.* Freiberg 1856.
- F. H. Lottner. *Geognostische Skizze des westfälischen Steinkohlengebirges.* Iserlohn 1859.
- Bernhard v. Cotta. *Die Lehre von den Erzlagerstätten.* Freiberg 1861.
- Gustav Bischof, *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie.* 2. Aufl. Bonn 1863.
- Dr. H. B. Geinitz, Dr. U. Fleck und Dr. E. Hartig. *Die Steinkohlen Deutschlands und der angrenzenden Länder, ihre Natur, Lagerungsverhältnisse, Verbreitung, Geschichte, Statistik und technische Verwendung.* München 1865.
- A. v. Groddeck. *Über die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes.* Berlin 1867.
- J. Grimm. *Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien.* Prag 1869.
- v. Dechen. *Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutschen Reiche.* Berlin 1873.
- Dr. Hermann Mietzsch. *Geologie der Kohlenlager.* Leipzig 1875.
- F. Bischof. *Die Steinsalzwerke bei Staßfurt.* Halle 1864. II. 1875.
- Dr. v. Groddeck. *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze.* Leipzig 1879.
- H. Höfer. *Die Ausrichtung der Verwerfungen.* Wien 1881.
- Rob. Dannenberg. *Über Verwerfungen.* Braunschweig 1884.



- Phillips. A Treatise on Ore Deposits. London 1884.  
 G. Köhler. Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager. Leipzig 1886.  
 F. Pošepný. Die Genesis der Metallseifen. Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 24.  
 Emm. de Margerie und Alb. Heim. Die Dislokationen der Erdrinde. Zürich 1888.  
 Franz Toulà. Die Steinkohlen. Wien 1888.  
 H. Höfer. Das Erdöl (Petroleum) und seine Verwandten. Braunschweig 1888.  
 H. Traube. Die Minerale Schlesiens. Breslau 1888.  
 F. M. Ritter v. Friese. Bilder von den Lagerstätten des Silber- und Bleierzbergbaues zu Pibram und des Braunkohlenbergbaues zu Brüx. Wien 1887.  
 Dr. J. H. Kloos. Entstehung und Bau der Gebirge. Braunschweig 1889.  
 Dr. Jasper. Das Vorkommen von Erdöl im Unterelsaß. Straßburg 1890.  
 B. Knochenhauer. Die Goldfelder in Transvaal. Berlin 1890.  
 F. M. Ritter v. Friese. Bilder von den Kupferkieslagerstätten bei Kitzhübel und den Schwefellagerstätten bei Swoszowice. Wien 1890.  
 L. de Launay. Formation des gîtes metallifères. Paris 1892.  
 Schmeißer. Über Vorkommen und Gewinnung der nutzbaren Mineralien in der südafrikanischen Republik (Transvaal) unter besonderer Berücksichtigung des Goldbergbaues. Berlin 1895.  
 Schmeißer. Die Goldlagerstätten und der gegenwärtige Stand des Goldbergbaues in Australasien. Berlin 1897.  
 H. Zirkler. Die Gangverhältnisse der Grube Bergmannstrost bei Clausthal. (Aus »Glückauf« Essen.)  
 L. Cremer. Die Sudan-Überschiebung. Eine Studie aus den Lagerungsverhältnissen des westfälischen Steinkohlengebirges. (Aus »Glückauf« Essen.)  
 Ferd. v. Kleinmayr. Das Bergbau-Terrain in den Hohen Tauern. Separat-  
 abdruck aus dem Jahrb. des naturh. Landes-Mus. von Kärnten. Klagenfurt 1896.  
 Dr. Fel. B. Ahrens. Die Goldindustrie der Südafrikanischen Republik (Transvaal). Stuttgart 1897.  
 W. Lindgren. The gold-quartz veins of Nevada City and Grass Valley Districts, California.  
 O. Lang. Über Hannoversche Erdölvorkommen.  
 W. Lindgren. Metasomatische Prozesse in Gangspalten. Transact. Amer. Inst. Min. Eng., Washington Meeting 1900. — Zeitschr. f. prakt. Geol. 1901, S. 229.  
 A. Strahan. Der Ursprung der Kohle. Colliery Guardian 80, S. 552. — Dasselbe S. 553 (von J. E. Marr).  
 P. Krusch nach de Launay. Über die Veränderungen der Erzgänge in der Tiefe. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1900, S. 313.  
 S. F. Emmons. Sekundäre Anwucherung von Erzlagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1901, S. 21. — Mines and Minerals 4, S. 538.  
 C. R. Keyes, nach demselben. Über die Klassifikation der Erzlagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1901, S. 56.  
 J. H. L. Vogt, Probleme in der Geologie der Erzlagerstätten. Transact. Amer. Inst. Min. Eng., Richmond Meeting 1901.  
 R. W. Raymond. Neue Beiträge zur Lehre der Erzlagerstätten. Übersetzt von C. v. Ernst. Österr. Zeitschr. 1901, S. 537, 549.  
 J. M. MacLaren. Die Genesis der Erzlagerstätten. Min. Journ. 72, S. 752.  
 G. Köhler sen. Die Verschiebungen auf der 19. Strecke westlich vom Schachte Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal. Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1902, S. 265.

## **Erster Abschnitt.**

### **Aufsuchen der Lagerstätten, Schürf- und Bohrarbeiten.**

---

**1. Untersuchung der Erdoberfläche.** — Das Aufsuchen der Lagerstätten beginnt mit der geognostischen Untersuchung der Gegend, zumal wenn es sich um Lagerstätten handelt, welche an bestimmte geognostische Formationen gebunden sind, wie Kohlenflötze oder Kalisalze.

Sodann hat man zu untersuchen, ob nicht schon an der Oberfläche Anzeichen für das Vorhandensein der gesuchten Lagerstätte oder gar deren Ausgehendes selbst zu finden sind.

Die eben erwähnten Anzeichen rühren meistens von Verwitterung des Ausgehenden her und bestehen alsdann in allerhand Färbungen, sogenannten Schweifen oder Blumen. Dieselben sind grün bei Kupfererzen, rot bei Eisenerzen, schwarz bei Steinkohlen u. s. w.

Ein wichtiges Anzeichen für das Vorhandensein eines Ganges bildet eine an einem Bergabhange vorkommende Reihe fortlaufender Quellsprünge.

Hat man durch derartige Untersuchungen Stellen aufgefunden, an denen mit Aussicht auf Erfolg weitere Arbeiten vorgenommen werden können, so beginnen die eigentlichen Schürfarbeiten, entweder an der Tagesoberfläche oder durch tieferes Eindringen in dieselbe.

#### **A. Schürfen.**

**2. Erklärung.** — Unter Schürfen oder Schurfarbeiten versteht man zunächst im allgemeinen das Aufsuchen von Lagerstätten, im besonderen die zu diesem Zweck vorgenommenen Arbeiten, mit welchen man die Lagerstätten dem Auge und der Hand direkt zugänglich macht.

**3. Arten des Schürfens.** — Das Schürfen kann an der Tagesoberfläche mittels Schurfgräben oder Röschen, sowie mit Schurfschächten, Schurfstollen oder Such- (Versuch-) Stollen geschehen.

Mit den Schurfgräben kann man immer nur das Ausgehende einer Lagerstätte bloßlegen. Handelt es sich um das Aufsuchen von unregelmäßig geformten Lagerstätten, so lassen sich irgend welche Regeln für

Lage und Richtung der Schurfgräben nicht geben. Bei plattenförmigen Lagerstätten dagegen, deren Ausgehendes immer ein bestimmtes Streichen hat, soll, wenn letzteres überhaupt bekannt ist oder vermutet werden kann, die Längsrichtung der Schurfgräben rechtwinklig zum Streichen genommen werden.

Man setzt einen Schurfgraben an einer Stelle an, wo man das Ausgehende der Lagerstätte vermutet, geht mit demselben zunächst bis auf das feste Gestein nieder und erlangt ihn alsdann nach beiden Seiten hin, indem man das gewonnene Gebirge nicht herauswirft, sondern hinter sich verstürzt, einmal, um weniger Oberfläche einzunehmen, sodann auch, weil damit die Arbeit bequemer und billiger wird. Nur solche Stellen, an denen es zweifelhaft sein kann, ob man die Lagerstätte gefunden hat oder nicht, müssen frei gelassen werden.

Muß man die Untersuchung in größeren Tiefen vornehmen, so bedient man sich je nach örtlichen Verhältnissen der Schurfschächte oder Schurfstollen. Dieselben haben vor den Bohrlöchern, wenn man dabei keine Kerne gewinnt, den Vorzug, daß man das Aufsuchen der Lagerstätten mit größerer Sicherheit vornehmen kann, während es, wenigstens beim stoßenden Bohren, oft vorkommt, daß wirklich vorhandene Lagerstätten gar nicht bemerkt werden, weil die betreffenden Spuren zu sehr zerstoßen und mit andern Steinen vermennt, oder weil die Bohrproben durch starken Wasserauftrieb vor der Probenahme entfernt sind. Außerdem bekommt man bei Anwendung der Schurfschächte und Schurfstollen direkten Aufschluß über Lagerung, Ausfüllung und Reichhaltigkeit bezw. Bauwürdigkeit der Lagerstätte.

Am Comstock und in dem Eureka-Bergreviere in Nevada sind durch C. Barus Versuche mit elektrischer Schürfung<sup>1)</sup> gemacht. Das Verfahren beruht darauf, daß die Erze, was die Leitung der Elektrizität anbetrifft, sich ähnlich den Metallen verhalten, daß mithin zwischen den Erzpunkten und dem tauben Gesteine, wenn dieselben in einen rationellen Kontakt gesetzt werden, ein in die Drahtleitung eingeschaltetes empfindliches Galvanometer einen, durch die Potentialdifferenz der Endpunkte hervorgerufenen elektrischen Strom anzeigt. Praktische Resultate zum Auffinden unbekannter Erzkörper hat die Methode bis jetzt nicht ergeben, jedoch ist dadurch das Vorhandensein von elektrischen Strömungen in den Erzarten nachgewiesen.

In Schweden und Norwegen bedient man sich zum Aufsuchen von Eisenerzen vielfach der Inklinationsnadel<sup>2)</sup> und hat damit schon viele

1) E. Pošepný in Österr. Zeitschr. für B.- u. H.-W. 1885, Nr. 28.

2) Untersuchungen von Eisenerzfeldern durch magnetische Messungen von Robert Thalén. Aus Jern-Kontorets Annaler 1879, bearbeitet von B. Turley, mit einer lithographischen Tafel. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1879. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, S. 318. — Über magnetische Erzlagerstätten und deren Untersuchung durch magnetische Messungen von Th. Dahlblom. Übersetzt von

große praktische Erfolge erzielt. Das Verfahren ist vollkommen wissenschaftlich ausgebildet und man kann aus den Plänen, welche auf Grund der, mit Hilfe geeigneter Magnetometer (von Thalén, Tiberg, kombiniertes Magnetometer) gemachten Beobachtungen herzustellen sind, sowohl Richtung als Ausdehnung und die ungefähre Erstreckung der magnetischen Lagerstätten nach der Tiefe ermitteln.

## B. Bohren.

**4. Zweck des Bohrens.** — Der wichtigste Zweck des Bohrens ist die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Fossilien, sodann die Gewinnung von Sole, Erdöl und Wasser, ferner die Untersuchung des Baugrundes für aufzuführende Gebäude oder der Gebirgsschichten für abzuteufende Schächte.

Außerdem dient die Bohrarbeit zur Erleichterung der Wasserhaltung in Schächten, indem man den Wassern durch Bohrlöcher einen Abfluß auf tiefere Sohlen verschafft, sodann für die Verbesserung der Wetterführung und zum Abzapfen (Lösen) alter Grubenbaue.

Während die Richtung der Bohrlöcher für die letzteren Zwecke eine verschiedene sein kann, ist sie für die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten und Gebirgsschichten meist eine senkrecht abwärts gehende.

Nur von diesen Bohrlöchern, also von der Tiefbohrung, wird in diesem Abschnitte die Rede sein, während die erstgenannten, verschiedenen Betriebszwecken dienenden Bohrlöcher in einem besonderen Anhange erwähnt werden.

**5. Geschichtliches.** — Das Bohren ist allem Anscheine nach den Chinesen in ältesten Zeiten schon bekannt gewesen. In Europa hat es als Gestängebohren erst einige Vervollkommnung durch die Bohrarbeiten in der französischen Grafschaft Artois behufs Herstellung der danach benannten artesischen Brunnen erfahren.

Im Laufe des vorigen Jahrhunderts sind u. a. folgende größere Bohrungen ausgeführt<sup>1)</sup>:

Das Bohrloch zu Grenelle bei Paris von 1833—1841 mit steifem Gestänge von zuletzt 70000 kg Gewicht 1686 par. Fuß = 547,6 m tief.

In Rehme bei Neusalzwerk im Jahre 1834 mit steifem Gestänge 282,51 m, dann mit Oeynhausens Rutschschere bis 696,6 m tief. In Mondorf bei Luxemburg im Jahre 1846 bis zu einer Tiefe von 715 m<sup>2)</sup>,

---

P. Uhlich, Professor für Markscheidkunde und Geodäsie an der Königl. Bergakademie zu Freiberg. Mit 1 lithogr. Tafel. Freiberg in Sachsen. Verlag von Craz & Gerlach (Joh. Stettner) 1899.

1) Rapport du Jury international etc. 1867, Vol. X, pag. 32.

2) Dinglers pol. Journ. Bd. 100, S. 365. (Ebenda, Über die Bohrarbeiten in Schöningen.)

ferner in Salzgitter<sup>1)</sup> in Sülbeck von 1846—1849, 412 m tief, in Sperenberg<sup>2)</sup> bei Berlin 1268 m tief u. s. w.

Mit Diamanten sind bei Liebau in Schlesien, Rheinfelden bei Basel, Villefranche d'Alliers in Frankreich, bei Aschersleben, Probst, Jesar u. s. w. Bohrlöcher bis 1207 m Tiefe ausgeführt. Ein Bohrloch bei Schladebach<sup>3)</sup>, Station Kötschau, hat bis Juni 1886 eine Tiefe von 1784,40 m, ein anderes bei Paruschowitz, Kreis Rybnik, O.-Schl., mit Hilfe von Mannesmannröhren im Jahre 1893 eine solche von 2002 m erreicht. (Temperatur bei 698,72 m = 31,49° C.) Eine bedeutende Entwicklung hat das Diamantbohren im letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts durch die zahlreichen Bohrungen erfahren, welche zur Aufsuchung von Kalisalzen besonders im nordwestlichen Deutschland ausgeführt sind.

**6. Übersicht der Bohrmethoden für größere Bohrlöcher.** — Die verschiedenen Methoden zur Herstellung tiefer Bohrlöcher lassen sich zunächst in zwei Hauptklassen bringen, nämlich in das drehende und das stoßende Bohren.

Das drehende Bohren geschieht immer mit Gestängen und zwar in milden Gebirgsmassen (Lehm, Letten, Sand etc.) mit Gezähstücken, welche in die Massen eindringen und sie beim Ausziehen mit zu Tage bringen. Bei festem Gesteine wird das drehende Bohren mittels einer gezahnten oder mit einer mit Diamanten besetzten stählernen Bohrkronen ausgeführt.

Das stoßende Bohren erfolgt ausschließlich in festem Gesteine mit Meißeln verschiedener Konstruktion und entweder mit Gestänge oder mit Seil. Das dabei gelöste Gebirge, der Bohrschmand oder Bohrschlamm, wird mit Bohrlöffeln entfernt, was besonders bei tiefen Bohrlöchern sehr zeitraubend ist, weshalb man mit bestem Erfolge soviel als möglich Wasserspülung anwendet.

---

## 1. Kapitel.

### Drehendes Bohren für milde Gebirgsmassen.

**7. Bohrwerkzeuge<sup>4)</sup>.** — Die beim drehenden Bohren in milden oder flüssigen Gebirgsmassen anzuwendenden Apparate richten sich nach der

---

1) Karstens Archiv 1854, Bd. 26, S. 3.

2) B.- u. H.-Zeitung 1869, S. 159. — Berggeist 1872, S. 170. — Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 286.

3) Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1885, S. 242, 363. — Österr. Zeitschr. 1885, S. 406. — Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1885, S. 259 (Temperaturmessung), S. 332.

4) Ottiliae, Das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der Provinz Sachsen. Preuß. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1859, Bd. 7, S. 225, Taf. XVI.

Konsistenz der ersteren. Bei Letten, Lehm etc. eignet sich am besten die Schappe (Löffelbohrer, Schneckenbohrer). Dieselbe ist ein der Länge nach mehr oder weniger breit aufgeschlitzter Zylinder aus Schmiedeeisen, Fig. 59, welcher am unteren Ende gewöhnlich mit einer »Schnecke« zum Eindringen in die Massen versehen ist<sup>1)</sup>.

Außer der gewöhnlichen Schappe bedient man sich einer Anzahl neuerer Apparate. Von diesen sind zu nennen: der zylindrische Schneckenbohrer<sup>2)</sup>, der konische Schneckenbohrer<sup>3)</sup>, der amerikanische Erdborher<sup>4)</sup>, Bolkens Patent-Erdborher<sup>5)</sup>.

Bei weniger zähem Gebirge ist der Zylinder ringsum geschlossen und hat am unteren Ende ein Ventil



Fig. 59.  
Schappe.



Fig. 60.  
Ventilbohrer.



Fig. 61.



Fig. 62.  
Sandpumpe.

(Klappe, Kugel etc.). Einen derartigen »Ventilbohrer« zeigt Fig. 60.

Ist das Eindringen der Bohrer mit Schwierigkeiten verbunden, so bedient man sich der Schlangen- oder Spiralbohrer, Fig. 61. Der Schlangenbohrer läuft unten in zwei Spitzen aus, deren Entfernung etwas größer ist, als der Durchmesser der Spiralen.

1) Vergl. Bohren mit Schappe bei der kombinierten Tiefbohranlage von C. Köbrich, § 79.

2) Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde Bd. 1, S. 12.

3) Ebenda, S. 12.

4) Ebenda, S. 13.

5) Ebenda, S. 14.

Haben sich diese Werkzeuge mit den zu durchbohrenden Massen gefüllt, dann werden sie herausgezogen und gereinigt. Zum Durchbohren von Schwimmsand gebraucht man in engen Bohrlöchern entweder den Ventilbohrer, Fig. 60, oder die Sandpumpe, Fig. 62. Am Löffelseil hängt eine gegabelte Stange *s* mit einem massiven Kolben, welcher sich nach dem Aufsetzen des Löffels nach unten schiebt. Mit dem Aufholen des Löffelseils wirkt der Kolben saugend, das im Boden des Löffels angebrachte Ventil hebt sich und läßt den Schlamm eintreten. Ist der Kolben im oberen Teile des Löffels angelangt und dieser somit gefüllt, so faßt die gegabelte Kolbenstange *s* unter den Bügel des Löffels und nimmt diesen mit in die Höhe, während sich gleichzeitig das Bodenventil schließt.

Bei Bohrungen in der Gegend von Frankfurt a. M. kam außer den Apparaten von Deseniss in Hamburg für 8 einzelne Brunnen von 12 bis 21 m Tiefe und 0,8 m Weite auch der Sandbohrer von P. Graef<sup>1)</sup> in Darmstadt mit gutem Erfolg zur Verwendung.

8. **Kopfstücke.** — Die Drehung der Gestänge mit den eben beschriebenen Apparaten erfolgt entweder durch Maschinenkraft oder durch Handarbeit. Im letzten Falle wird zum Angreifen für die Arbeiter das in Fig. 63 dargestellte Kopfstück mit Krüchel oder Drehbündel *a* auf das Gestänge geschraubt, und bei geringen Tiefen mit Gewichten beschwert.

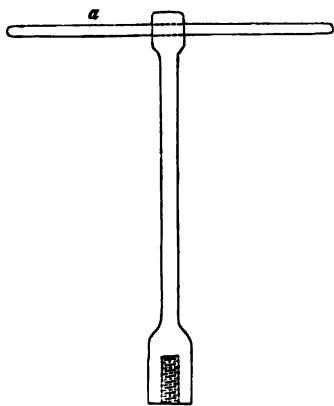


Fig. 63. Kopfstück zum drehenden Bohrer.

Bei größeren Tiefen muß das Gestängegewicht teilweise ausgeglichen werden. Dies geschieht dadurch, daß man von dem Kopfstücke aus ein Seil oder eine Kette über eine Rolle führt und mit Gewichten belastet.

C. Köbrich schraubte bei größeren Bohrungen und zum Durchbohren der oberen Diluvialschichten die Schappe an das untere Ende eines hohlen Gestänges und führte Spülwasser in das Bohrloch (vergl. 59).

9. **Verrohrung.** — Die Wände der Bohrlöcher sind in milden oder flüssigen Gebirgsmassen selten so haltbar, daß sie ohne Unterstützung stehen könnten. Man muß deshalb eine Verrohrung, gewöhnlich von Eisenblech, dem Bohrer unmittelbar nachfolgen lassen, welches entweder durch einfaches Beschweren oder durch gleichzeitiges Drehen der Verrohrung geschieht.

Das Nähere über Material und Herstellung der Verrohrung wird in den Nrn. 50—60 besprochen werden.

1) Th. Tecklenburg, a. a. O. Bd. 1, S. 101.

## 2. Kapitel.

## Stoßendes Bohren mit Gestänge.

**10. Arten des stoßenden Bohrens.** — Das stoßende Bohren geschieht entweder mit Seil oder mit Gestänge. Im letzteren Falle unterscheidet man zwei Methoden, nämlich diejenige mit steifem Gestänge (englische Bohrmethode) und diejenige mit Zwischenstücken (deutsche Bohrmethode). Der arbeitende Teil ist bei beiden ein Meißel.

## A. Bohrstücke.

**11. Bohrmeißel.** — Die Bohrmeißel werden aus Gußstahl angefertigt und sind bei festem Gesteine in der Regel solche mit Ohrenschneiden *a*, oder Laschenbohrer, s. Fig. 64, 65, 66. Die Ohrenschneiden sollen das Bohrloch rund erhalten.

Der gewöhnliche einfache Meißel ohne Ohrenschneiden, Fig. 67 und 68, besteht aus dem Spaten *a* mit der Schneide, dem Schaft *b* und dem Halse *c* mit Schraube.

Das Gewicht eines Meißels beträgt bei 350 mm Breite und einer mittleren Schaftstärke von 105 mm etwa 210 kg.

**12. Andere Werkzeuge.** — Bei Gestein von ungleicher Härte und wenn die Ecken

des einfachen Meißels sich abgearbeitet haben, verliert das Bohrloch leicht seine runde Form und muß nachgebücht werden. Dies geschieht mit dem Glockenbohrer oder der Bohrbüchse, welche einen scharfen oder gezahnten, in beiden Fällen verstärkten Rand hat und bei fortwährendem Drehen stoßend gehandhabt wird.

Zur Beseitigung von Füchsen und zum Zermalmen fester Gesteinstücke benutzt man wohl den Kolbenbohrer Fig. 69 und 70. Die Bohr-

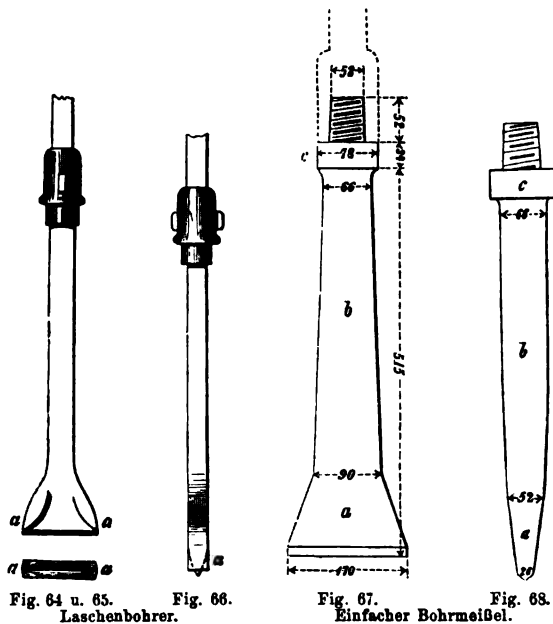


Fig. 64 u. 65.

Laschenbohrer.

Fig. 66.

Fig. 67.

Einfacher Bohrmeißel.

Fig. 68.



keule ist ein zylinderförmiges, unten abgerundetes Stück Eisen, welches dem Lettenbohrer bei der Sprengarbeit entspricht und ebenso wie dieser zum Verkleiden der Bohrlochwände mit Letten benutzt wird.

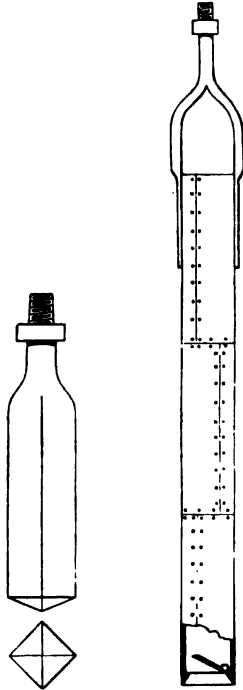


Fig. 69 u. 70.  
Kolbenbohrer.

Fig. 71.  
Bohrlöffel.

**13. Bohrlöffel (Bohr- oder Schmandlöffel).** — Die vom Bohrmeißel gelösten Massen bilden mit Wasser den Bohrschlamm oder Bohrschmand, welcher mit Hilfe des Bohrlöffels entfernt werden muß.

Derselbe ist ein aus Eisenblech zusammen-genieteter Zylinder von 3 bis 4 m Höhe und einem Durchmesser, welcher um 20 bis 30 mm geringer ist, als derjenige des Bohrloches. Am Boden befindet sich ein nach oben schlagendes Klappen- oder Kugelventil. Die langen Nietreihen müssen abwechselnd stehen, siehe Fig. 71.

**14. Solheber.** — Im Zusammenhange mit den Bohrlöffeln sind hier auch die Solheber zu nennen. Dieselben dienen dazu, aus Bohrlöchern Proben von Salzsole zu nehmen, und müssen so eingerichtet sein, daß sie sich nur an einer bestimmten Stelle füllen und dann verschließen lassen, so daß die Proben ohne Vermischung mit süßem Wasser oder mit Solen von anderem Salzgehalte, welche etwa an verschiedenen Stellen des Bohrloches eindringen, zu Tage geschafft werden können.

Die einfachste Form der Solheber ist ein kupferner Zylinder mit Ventil am oberen Ende und verschlossenem Boden. Das zapfenförmige Ventil *v*, Fig. 72 und 73, ist an einem Stege *s* befestigt, von dessen beiden Enden Stangen *t* herabhängen, welche sich unten in eine schwere, das Niedergehen des Solhebers ermöglichende Birne *b* vereinigen. Stößt die letztere auf der Sole des Bohrloches auf, so öffnet sich das Ventil *v* und der Solheber füllt sich. Beim Anheben des Zylinders, welcher durch den Bügel mit dem Gestänge in direkter Verbindung steht, zieht die Birne das Ventil zu, vorausgesetzt daß sich kein Schlamm dazwischen gesetzt hat. Um dies zu verhüten, muß man vor Beginn des Probenehmens dem Schlamme Zeit zum Absetzen lassen.

Will man mit diesem Solheber an irgend einem Punkte oberhalb der Bohrlochsohle Proben nehmen, so muß man eine entsprechende Anzahl von Bohrstangen unter dem Solheber anbringen<sup>1)</sup>.

1) Solheber von Fauck, s. Th. Tecklenburg a. a. O. Bd. V, S. 153.

15. **Kernbohren.** — Um die Beschaffenheit des durchbohrten Gebirges auch beim stoßenden Bohren genauer untersuchen zu können, als es durch den Bohrschlamm möglich ist, werden Gesteinskerne herausgebohrt. Dies geschieht nach Kind<sup>1)</sup> durch Büchsen von Gußstahl, welche an ihrem unteren Ende vier Meißel haben, Fig. 74 und 75. Das Abreißen und Herausheben der Steinkerne kann mit dem Eisenfänger von Zobel erfolgen (40), welcher zu diesem Zwecke halbzylindrische Backen mit vorstehenden Schuhen erhält.



Fig. 72.



Fig. 73.

Fig. 74 u. 75.  
Kindische Bohrbüchse.

Über stoßendes Kernbohren mit Wasserspülung vergl. 65.

### B. Gestänge und Zwischenstücke.

16. **Bestandteile.** — Das eigentliche Bohrgerät besteht von oben nach unten aus dem Obergestänge, den Zwischenstücken (Freifallapparaten) und dem Untergestänge oder Schlaggewichte mit dem Meißel.

17. **Obergestänge.** — Das Obergestänge oder das eigentliche Bohrgestänge besteht aus Holz, massivem Eisen oder eisernen Röhren.

Der Querschnitt der eisernen Gestänge ist gewöhnlich viereckig, runde Stangen sind weniger gut zu handhaben<sup>2)</sup>.

Die Stärke der Stangen richtet sich nach der Tiefe des Bohrloches und beträgt bei 200 m Tiefe, sowie bei Anwendung einer Rutschere oder eines Freifallstückes 20 bis 24 mm, beim Bohren mit steifem Gestänge, wobei man nicht tiefer als 100 m gehen sollte, 26 mm. Bei 400 m Tiefe

1) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 221.

2) Ebenda, S. 61.

ohne Anwendung von steifem Gestänge ist eine Stärke von 26 mm noch ausreichend.

Die Länge der Stangen ist so groß wie möglich zu bemessen, um die Zeit des Aufholens und Einlassens zu kürzen. Indes wird die Länge begrenzt durch die Höhe des Bohrturmes, sowie durch die Schwierigkeit, lange Stangen in der Schmiede schweißen und richten zu lassen. Die größte Länge beträgt 12,50 m (40 Fuß).

Außer den Hauptstangen hat man noch Ergänzungsstangen nötig, deren Länge gleich oder ein Vielfaches derjenigen der Stellschraube sein muß. Ist die letztere z. B.  $1\frac{1}{2}$  m lang, so braucht man bei Hauptstangen von 12 m Länge Ergänzungsstangen von  $1\frac{1}{2}$ , 3 und 6 m Länge.

Die Verbindung der Stangen geschieht durch Stangenschlösser. Beim stoßenden Bohren ist die beste Verbindung diejenige mit Schraubenschloß, bei welchem die Mutterschraube mit dem offenen Ende nach unten gerichtet sein muß, damit kein Sand hineinkommen kann.

Zum Abfangen während des An- und Abschraubens haben die Stangen unterhalb der Schraubenspindel einen oder zwei aufgeschweißte oder besser aus dem Ganzen geschmiedete Gestemme (Bunde).

Die Gewinde werden dreieckig und für den gewöhnlichen Gebrauch rechts geschnitten. Links geschnittene Gewinde braucht man nur bei Fangarbeiten, wenn man das Gestänge drehend handhaben muß<sup>1)</sup>.

Hölzerne Gestänge verlieren trotz des Eisenbeschlags im Wasser einen großen Teil ihres Gewichtes.

Zur Verbindung der Holzstangen sind an deren Enden Eisenbeschläge in Form von Gabeln, Fig. 76, oder Hülsen mit Schrauben angebracht.

**18. Untergestänge.** — Die Wirkung des Bohrens wird unter sonst gleichen Umständen von der Fallhöhe und dem Gewichte des abfallenden Bohrstückes abhängen. Da man nun das ganze erforderliche Schlaggewicht nicht dem Meißel selbst geben kann, weil dessen Handhabung in der Schmiede zu schwierig werden würde, so hat man lediglich zur größeren Belastung ein besonderes Gezähstück, nämlich die das Untergestänge bildende große Bohrstange, den Bären oder Bohrklotz, Fig. 77, d. h. eine mit Ausnahme des oberen Endes quadratische, schmiedeeiserne Stange auf den Meißel gesetzt. Der obere Teil derselben ist zylindrisch abgedreht, um die Bewegung der hier angebrachten, zur Geradföhrung dienenden Lehre zu erleichtern.

Der Bohrklotz erhält je nach der Bohrlochweite und der Gesteinsfestigkeit eine Länge bis zu 6 m und eine Stärke bis zu 160 mm. Das Gewicht beträgt dabei zwischen 200 und 450 kg.

Mit der Hubhöhe geht Fauck unter Anwendung großer Schlaggewichte (400 bis 450 kg) bis zu 1 und 1,25 m bei 20 bis 30 Schlägen pro Minute.

1) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 225.

19. **Zwischenstücke.** — Bei dem älteren (englischen) Bohrverfahren mit steifem Gestänge gab es nur ein Gestänge mit dem Meißel. Da hierbei die Erschütterungen beim Bohren dem ganzen Gestänge mitgeteilt wurden, so mehrten sich mit zunehmender Tiefe die Gestängebrüche derart, daß beispielsweise zu Neusalzwerk bei Rehme im Jahre 1834 nach Erreichung einer Tiefe von 288 m mit steifem Gestänge nicht mehr weiter gebohrt werden konnte. Man bemühte sich deshalb, über dem Meißel ein Zwischenstück einzuschalten, in welchem die Erschütterungen ihre Grenze finden und sich dem Obergestänge nicht mehr, oder doch nur in geringerer Heftigkeit mitteilen sollten.

20. **Wechselschere oder Rutschere.** — Das erste Ergebnis der vorstehend genannten Bemühungen war die von dem Berghauptmann v. Oeynhausen erfundene Wechsel- oder Rutschere<sup>1)</sup>.

Dieselbe besteht aus den Scherenarmen *c* (Fig. 78 und 79), welche unten durch einen runden Wulst *e* abgeschlossen sind. Über ihnen befindet sich ein Bund *b* und darüber eine Vaterschraube zur Verbindung mit dem Obergestänge.

In dem zwischen den Scherenarmen verbleibenden Schlitz *d*, welcher 15 cm höher als der Hub sein muß, gleitet der Kopf *g* des Abfallstückes *B*, welcher gleichfalls mit einem Bunde *f* und am unteren Ende mit einer zur Aufnahme des Untergestänges dienenden Schraubenmutter *s* versehen ist.



Fig. 76.  
Gabelförmiger  
Beschlag.



Fig. 77.  
Bohrklotz.

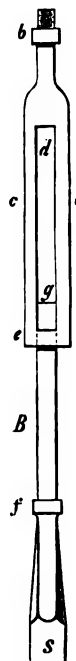


Fig. 78.  
Rutschere von C. von Oeynhausen.



Fig. 79.

1) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 92. — Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 74.

Die Rutschere von Kind, auch Löffelschieber oder Löffelschere genannt, besteht aus dem Scherenstück *A* und dem Abfallstück *B*, Fig. 80 und 81. Das letztere ist gleichfalls geschlitzt und führt sich in dem ersteren durch einen festen Querbolzen *b*.

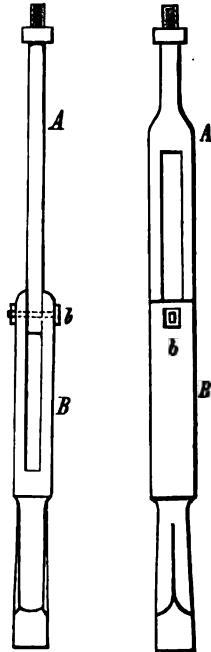


Fig. 80. Fig. 81.  
Rutschere von Kind.

Die Erschütterungen durch die Rutschere wurden aber nur in beschränktem Grade vom Obergestänge ferngehalten, und es erfolgten deshalb noch immer sehr häufig Gestängebrüche, deren wesentliche Verminderung erst gelang, nachdem man das Untergestänge durch Anwendung der Freifallapparate vollständig vom Obergestänge getrennt hatte.

Bei dem englisch-canadischen Bohrverfahren<sup>1)</sup>, welches zum Erbohren von Petroleum in Nordamerika neben dem Seilbohren und auch in Europa vielfach angewendet wird, findet die Rutschere noch immer Anwendung. Das Verfahren zeichnet sich, wie das amerikanische Seilbohren, durch Einfachheit der Einrichtungen über Tage aus und bedarf nur geringer Bedienungsmannschaft. Die damit erzielten günstigen Leistungen sind aber in erster Linie der milden Beschaffenheit der durchbohrten Gesteinsschichten zuzuschreiben.

21. **Kindscher Freifallapparat**<sup>2)</sup>. — Der erste Freifallapparat wurde von Karl Gottlieb Kind erfunden und am 17. Juli 1844 bei Mondorf, an der Grenze zwischen Frank-

reich und Luxemburg, bis zu einer Tiefe von 715 m, der größten bis dahin in Europa erreichten, angewendet.

Der Kindsche Freifallapparat, siehe Fig. 82 und 83, besteht aus der Zunge oder dem Abfallstück *i* und dem Scherenstück *j*. Das erstere hat oben das Köpfchen *e* und am unteren Ende die zur Aufnahme des Untergestänges bestimmte Hülse *k*. Das Scherenstück ist unten durch einen Querriegel geschlossen, welcher die Bewegung der Zunge nach unten begrenzt und auf welchen sich dieselbe mit dem oberen Teile ihres Schlitzes legt, wenn das Gestänge herausgeholt oder mit dem Apparate nach Art der Rutschere gebohrt wird. Für den Fall, daß das Scherenstück am

1) Köbrich in Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 319 mit Texttafel. — Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Leipzig 1886, Bd. 1, S. 107.

2) Dingers polyt. Journ. 1845, Bd. 97, S. 310; 1845, Bd. 98, S. 166; 1846, Bd. 100, S. 365. — K. G. Kind, Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842. — Bergwerksfreund. Eisleben 1846, Bd. 10, S. 513.

unteren Ende nicht durch einen Riegel, sondern durch einen Ring geschlossen ist, sind an der Zunge *i* »Nasen« (Flügel) *z* angebracht. Beim Niederfallen darf die Zunge nicht auf den Querriegel, bezw. dürfen die Nasen *z* nicht auf den Ring treffen, sondern müssen noch etwa 3 cm über demselben stehen.

Am oberen Ende sind die Leitschienen des Scherenstückes durch das Halsstück *g*, sowie durch vier Schloßkeile oder Schrauben verbunden. Vom Halsstück (Kopfstück) *g* aus geht eine Stange nach oben und dient zum Aufschrauben des Obergestänges. Die Schieberstangen *b* bewegen sich in Aussparungen am Halsstücke *g*, sind mittels Schrauben am Hütchen *a* befestigt und tragen am unteren Ende den Zangenapparat. Derselbe war mit den Schieberstangen bei der ursprünglichen Konstruktion durch Gelenke verbunden, welche sehr häufiger Reparaturen bedurften. Bei einer durch Kind selbst vorgenommenen Abänderung wurde deshalb am unteren Ende der Schieberstangen ein Keilstück, siehe Fig. 82 und 83, angebracht, durch welches die oberen Arme des Zangenapparates hindurchgehen. Bei der Bewegung des Keiles nach oben öffnet sich die Zange, bei umgekehrter Bewegung schließt sich dieselbe.

Diese Änderung hat sich in Schöningen indes nicht bewährt. Im Jahre 1860 hat man dort mit Vorteil den Keil wiederum durch ein Gelenk ersetzt<sup>1)</sup>.

Das Hütchen *a* stellt man durch

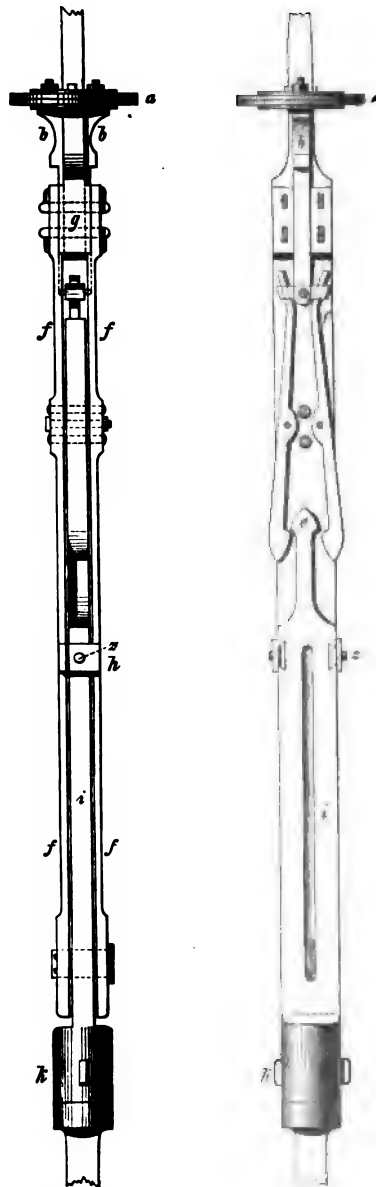


Fig. 82. Kind'scher Freifallapparat.

Fig. 83.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von B. Kerl und F. Wimmer. 1866, S. 257.

Lederscheiben her, welche zwischen Eisenscheiben liegen. Dieselben dürfen indes nicht zu steif sein, weil sie durch den Druck des Wassers gebogen und gebrochen werden, weshalb Kleritj<sup>1)</sup> den Rand des Hütchens derart einrichtet, daß er beim Aufgange umklappt. Dabei gleitet auch der Schlamm ab, welcher sonst das Spiel des Hütchens stört.

Da dasselbe verschiebbar ist, so wird es beim Niedergange des Obergestänges von dem im Bohrloche stehenden Wasser nach oben geschoben. Dabei gleiten die geöffneten Zangenhaken etwa 36 mm weit über das Köpfchen des Abfallstückes hinweg. Wird alsdann das Obergestänge nach oben gezogen, so wird das Hütchen vom Wasser niedergedrückt, die Zangenhaken schließen sich, fassen unter das Köpfchen und nehmen das Untergestänge mit in die Höhe, um es im Augenblicke des Hubwechsels frei fallen zu lassen.

Der Kindsche Apparat ist nicht einfach, häufigen Beschädigungen ausgesetzt und kostspielig, ferner in engen und trockenen Bohrlöchern überhaupt nicht anwendbar. Sodann entsteht durch das Spiel des Hütchens eine den Nachfall befördernde Strömung. Auch das Belegen des Hütchens mit Bohrschlamm, sowie der Umstand, daß bei wechselndem Gestein die Neigungswinkel der Zangenenden geändert werden müssen, sind wesentliche Nachteile.

**22. Freifallapparat von Greiffenhagen.** — Der letztgenannte Übelstand veranlaßte den Bergmeister Greiffenhagen, bei den Bohrungen in Schöningen den Kindschen Apparat zu beseitigen und folgende, durch große Einfachheit sich auszeichnende Vorrichtung an die Stelle zu setzen<sup>2)</sup>.

An einem zwischen zwei Hauptleitbacken *B*, siehe Fig. 84, angebrachten Drehbolzen *c* bewegt sich ein Zangenarm, welcher unten einen Haken *d* und oben eine unter 45° geneigte ovale Blehscheibe *g* trägt. Die letztere ist aus zwei Teilen zusammengesetzt und umschließt allseitig die Schienen des Scherenstückes. Die Nasen (Schlag- und Querleitbacken) *b* und *b*<sub>1</sub> haben denselben Zweck wie beim Kindschen Apparat.

Die Sitzfläche des Hakens *d*, sowie die entsprechende des Köpfchens sind horizontal. Beim Aufgange drückt das Wasser auf die Scheibe und dreht den Haken unter das Zungenköpfchen. Beim Beginne des Niederganges macht der Haken eine entgegengesetzte Bewegung und läßt das Untergestänge fallen. Reibungen und Klemmungen sind nur auf den Bolzen *c* beschränkt, außerdem rutschen Bohrschmand und Nachfall von der schrägen Blehscheibe ab.

**23. Freifallapparat von Fabian.** Fig. 85 u. 86. — Bei dem Fabianschen

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von B. Kerl und F. Wimmer. 1871, S. 345.

2) Ebenda 1866, S. 25.

Freifallapparate<sup>1)</sup> bilden zwei Stücke *a*, siehe Fig. 86, einen Zylinder und am oberen Ende eine Vaterschraube *f*, auf welche eine Mutterschraube *g* gesetzt wird, während sie unten durch einen warm aufgetriebenen Ring *e* zusammengehalten werden. In dem Zylinder befinden sich zwei Schlitz *i*, welche oben eine Abschrägung *k* und einen Flügelsitz *b* haben. Die älteren Instrumente hatten vier Schlitz.

In den Schlitz gleiten die Flügel oder Nasen *c* eines Quirlstückes *d* (Fig. 87 und 88), dessen untere Verlängerung das Abfallstück bildet. An die Mutterschraube *g* schließt sich das Obergestänge *h* an. Der Zylinder wird mitunter von einem Blechmantel umschlossen, um das Eintreten von Nachfall in die Schlitz zu verhindern<sup>2)</sup>.



Fig. 84.  
Freifallapparat von  
Greiffenhagen.



Fig. 85.



Fig. 86.

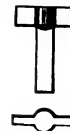


Fig. 87 u. 88.  
Flügel oder  
Flügelkeile.

Beim Einlassen und Aufholen des Bohrers müssen die Flügel des Fabianschen Quirlstückes auf dem Ringe *e* des Zylinders ruhen. Nachdem der Meißel auf der Sohle angekommen ist, folgt das Obergestänge nach, während der Zylinder an dem Flügel abwärts gleitet. Die letzteren werden schließlich durch die Abschrägung *k* auf die Sitze gebracht, auf denen sie auch beim Aufgange des Gestänges hängen bleiben, bis sie der Krückelführer durch einen Ruck des Krückels (26) abwirft, worauf das Untergestänge frei abfällt. Das Abwerfen wird durch das Aufschlagen des Bohrschwengels auf die Prellvorrichtung befördert.

Der Fabiansche Freifallapparat ist wegen seiner Einfachheit und Billigkeit eines der beliebtesten und beim stoßenden Gestängebohren bis zu Tiefen von 400 bis 500 m am häufigsten gebrauchten Freifallstücke<sup>3)</sup>.

**24. Zobelscher Freifallapparat.** — Derselbe, eine Vervollkommenung,

1) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 88—91. — Fabian in Karstens Archiv, 1848. Neue Reihe. Bd. 22, S. 206—214. — Berggeist 1866, Nr. 61.

2) Beer a. a. O., S. 90.

3) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 166.



des Wernerschen<sup>1)</sup>, ist von dem früheren Oberbohrinspektor Zobel zu Elmen bei Schönebeck im Jahre 1859 hergestellt und in der Nähe von Schönebeck, sodann in dem 1271,6 m tiefen Bohrloche zu Sperenberg<sup>2)</sup> bei Berlin mit Vorteil angewendet.

Bei dem Zobelschen Apparate lassen sich ebenso wie bei dem Fabianschen zunächst zwei Hauptteile unterscheiden, nämlich das mit dem Obergestänge verbundene Scherenstück und das in diesem auf und ab gleitende Abfallstück. Außerdem kommt aber bei dem Zobelschen Instrumente noch, wie beim Wernerschen, ein dritter wichtiger Teil hinzu, nämlich das mit dem Hütchen verbundene Schieberstück, durch welches das selbsttätige Abwerfen, bezw. Greifen des Untergestänges vermittelt wird.

25. Der **Fauksche selbsttätige Freifallapparat**<sup>3)</sup> ist eine Verbindung des Fabianschen mit demjenigen von Degoussée (Mauget-Lipmann), s. d., d. h. das Fabiansche Abfallstück mit dem Bohrmeißel bewegt sich in einem auf der Bohrlochsohle stehenden zweibeinigen, oben durch ein Querhaupt verbundenen Gestelle auf und nieder. Gegen Ende des Hubes streifen die Flügelkeile des Abfallstückes unter die abgeschrägten Flächen zweier am Querhaupte des Gestelles sitzender »Keilabschieber« und werden dadurch von ihren Sitzen abgedrängt.

### C. Kopfstücke und Schlagvorrichtung.

26. **Kopfstücke.** — Während das Gestänge beim drehenden Bohren, soweit sein Gewicht nicht ausgeglichen ist, frei aufsteht und mit dem Vordringen des arbeitenden Teiles tiefer sinkt, muß dasselbe beim stoßenden Bohren aufgehängt werden und zwar derart, daß man es einerseits allmählich tiefer senken, anderseits aber auch drehen kann, um das Umsetzen des Meißels zu bewirken.

Zum ersten Zwecke hat man das Obergestänge mit der Schlagvorrichtung entweder durch eine Kette oder durch die Stellschraube verbunden. Dieselbe geht durch eine Schraubenmutter, welche den oberen Teil einer Schere bildet. Unten befindet sich der Wirbel, welcher mit dem Krückel und der zum Aufschrauben auf das Obergestänge bestimmten Schraube versehen ist.

Das obere Ende der Stellschraube ist mit dem Bohrschwengel verbunden.

1) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 92—97. — Bergwerksfreund 1859, Bd. 21, S. 273—278.

2) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 299, 302, Taf. XV, Fig. 17—25.

3) A. Fauk, Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885, S. 20. D. R. P. 18896. — Th. Tecklenburg, Handb. der Tiefbohrkunde. I. S. 39. — Ebenda, S. 98 (Freifallinstrument mit Aufstoß, sowie dasjenige mit hydraulischem Druck, beide nach Léon Dru).

Beim Bohren steckt man durch die Schere der Stellschraube einen hölzernen Stab und schraubt sie allmählich ab. Alsdann löst man sie vom Obergestänge, schraubt die Schere wieder hinauf und setzt in die entstandene Lücke Ergänzungsstangen (17) ein.

Bei neueren Bohrmethoden, u. a. bei der canadischen, 51, und bei derjenigen von Fauck wird die Nachlaßkette<sup>1)</sup> vorgezogen.

**27. Bohrschwengel und Bohrdocke.** — Der Bohrschwengel ist ein aus einem beschlagenen Holzstamme bestehender Hebel, an welchem die Kraft (Menschen- oder Maschinenkraft) ausgeübt wird, während am andern die Stellschraube mit dem Bohrgestänge hängt.

Da an dem Ende des einfachen Schwengels nur wenige Arbeiter angebracht werden können, so befestigt man an demselben den Druckbaum, welcher entweder aus Eisen oder aus Holz besteht. Da derselbe im letzteren Falle zum direkten Anfassen zu stark ist, so versieht man ihn mit zwei parallelen, dünneren, glatt gearbeiteten Stangen<sup>2)</sup>.

Muß man das Gestängegewicht ausgleichen, so geschieht dies durch Auflegen eines verschiebbaren Gewichtes.

Die Bohrdocke (Schwengeldocke, Schwengelständer), welche den Stützpunkt für den Bohrschwengel liefert, besteht aus zwei durch seitliche Streben gestützten Gerüsten, zwischen denen sich der Bohrschwengel bewegt. Oben und unten sind Prellvorrichtungen angebracht, gegen welche der Schwengel trifft, um das Umkehren der Bewegung, sowie das Abwerfen und Abfallen des Untergestänges beim Freifallbohren zu erleichtern<sup>3)</sup>.

Wird der Bohrschwengel durch eine Dampfmaschine bewegt, so ist dieselbe mit Handsteuerung zu versehen, damit die Maschine bei etwa eintretenden Klemmungen des auftretenden Meißels sofort angehalten werden kann.

## **D. Aufholen und Einlassen des Gestänges. Löffel. Hilfsgeräte.**

**28. Treibvorrichtung.** — Der Zweck der Treibvorrichtung ist das Aufholen und Einlassen des Gestänges, wobei die möglichste Zeitersparnis anzustreben ist. Für das Einlassen muß eine Bremse angebracht sein, welche am besten selbstwirkend, d. h. durch ein entsprechendes Gewicht zu schließen ist.

Die wesentlichsten Teile der Treibvorrichtung sind:

- 1) die Treibmaschine mit Welle und Bremse,
- 2) das Treibseil mit Vorrichtung zum Festhalten der Gestänge,
- 3) Bohrergerüst mit Seilscheibe,
- 4) Vorrichtung zum Aufhängen der Stangen.

---

1) A. Fauck, Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1883, S. 23, 30.  
— Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Leipzig 1886, S. 72.

2) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 66. — Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 20.

3) Fauck a. a. O., 1885, S. 23.

**29. Treibmaschinen.** — Die Treibmaschinen sind: Haspel mit und ohne Vorgelege, Lauf- oder Treträder, Sprossen- oder Spillenräder, Dampfmaschinen und hydraulische Motoren.

Für kleinere Bohrlöcher genügen Haspel, für tiefere kommen die andern Apparate zur Anwendung.

Die Lauf- oder Treträder haben 3 bis 4 m Durchmesser und 1,60 bis 3 m Breite. Am Umfange sind dieselben mit einem dichten Verschlage versehen, auf dessen innerer oder äußerer Fläche breite Leisten ange-nagelt sind. Auf die letzteren treten die Arbeiter in ein oder zwei Kolonnen und bringen durch ihr Körpergewicht das Rad, sowie dessen Welle und die auf derselben befindliche Seiltrommel in Umdrehung<sup>1)</sup>. Die Bremse wirkt am Umfange des Tretrades und ist gewöhnlich eine doppelte Backenbremse.

Spillen- oder Sprossenräder<sup>2)</sup> haben nur einen Kranz, durch welchen Sprossen zum Angreifen und Auftreten für die Arbeiter gesteckt sind.

Die Dampfmaschinen sind gewöhnlich sowohl zum Fördern des Gestänges als auch zum Löffeln eingerichtet. Zu dem Zwecke können sie mittels Hebel und Klauenkuppelung bald mit dem Treibkorbe, bald mit dem das schwächere Löffelseil tragenden Korbe verbunden werden.

**30. Das Treibseil.** — Als Treibseile werden bei kleineren Bohrlöchern Rundseile, bei tieferen gewöhnlich gut geteerte Bandseile von Hanf oder Aloëbast, auch wohl von Gußstahl angewendet.

**31. Vorrichtungen zum Greifen der Stangen.** — Am unteren Ende

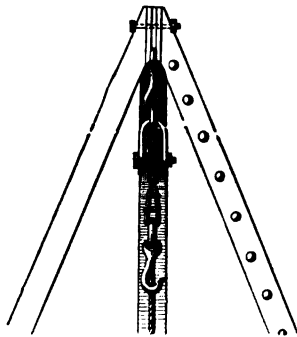


Fig. 89. Einfaches Bohrgerüst.

des Treibseiles sind die zum Greifen der Stangen bestimmten Vorrichtungen angebracht. Dieselben bestehen aus einer Schraubentute, welche auf die Bohrstangen aufgeschraubt wird, oder besser aus Stangenhaken (Ochsenfuß oder Stuhlkrückel), welche unter einen Bund unterhalb der Schraubenspindel fassen. In allen Fällen sind diese Vorrichtungen mit dem Seile durch einen Wirbel verbunden, damit die Drehung der Stangen beim Abschrauben sich nicht dem Seile mitteilen kann.

**32. Seilscheiben.** — Die Treibseile gehen von den Seilkörben über Seilscheiben, welche senkrecht über dem Bohrloche am höchsten Punkte eines Bohrgerüsts angebracht sind. Bei kleineren Bohrungen werden zu demselben Zwecke einfache Rollen (Seil-

1: Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 90. — Siehe auch Animalische Motoren, S. 25, 26 in Kap. 1 der Baumaschinen; Handb. der Ing.-Wissensch. IV, 1 und 2. Leipzig 1883.

2: Ebenda. S. 24.

kloben) angewendet, welche in der Spitze eines aus drei Bockbeinen bestehenden Gerüsts, Fig. 89, aufgehängt sind. Bei größeren Bohrungen bedient man sich hölzerner oder eiserner Scheiben mit schmiedeeisernen Zapfen, welche in Metalllagern ruhen.

33. **Rechen zum Aufhängen der Stangen.** — Die losgeschraubten Stangen sollen nicht aufgestellt, sondern aufgehängt werden, damit sie sich nicht durchbiegen. Als Vorrichtung zum Aufhängen benutzt man Rechen, Fig. 90, welche in Schöningen<sup>1)</sup> Raum für 14 Stangenzüge hatten. Beim Tieferwerden des Bohrloches hat man die Anzahl der Rechen entsprechend zu vermehren. Bei kleineren Bohrlöchern legt man die Stangen auf Böcke.

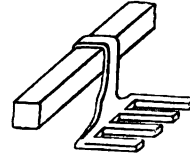


Fig. 90.

34. **Bohrturm<sup>2)</sup>.** — Der Bohrturm, auch Bohrhütte, Bohrhaus, Bohrkau oder Bohrgerüst genannt, dient in erster Linie zum Anbringen der Seilscheiben für das Treibseil und Löffelseil. Außerdem befinden sich bei größeren Bohrungen Anbaue am Bohrturm, welche einerseits den Bohrschwengel, anderseits die Treibmaschine überdachen. Auch pflegt man noch eine Schmiede und einen Materialschuppen anzubringen.

Größere Bohrtürme bestehen aus vier starken Rüstbäumen in den Ecken, welche durch andere Balken, Riegel etc. dauerhaft verbunden sind. Die Außenseite wird mit Brettern verschlagen. Zum Einbringen der Stangen und für den Bohrlöffel befindet sich an der einen Seite eine hohe und schmale Tür.

Die Höhe des Bohrturmes ist so groß als möglich zu nehmen, damit man zur Zeitersparung beim Aufholen und Einlassen möglichst lange Stangenzüge auf einmal holen kann. Gerade hierin liegt ein wesentliches Mittel zur Förderung der Bohrarbeiten<sup>3)</sup>. Im allgemeinen muß der Bohrturm 2,5 bis 3 m höher sein als ein Stangenzug.

35. **Bohrduckel und Bohrtäucher.** — Um an Höhe des Bohrturmes zu sparen, wird bisweilen eine Bohrduckel, d. h. ein kleiner Schacht bis zu 8 m Tiefe und solcher Weite (2 m) abgeteuft, daß man auf dem Boden desselben mit Bohrschlüsseln arbeiten kann. Bei Auflagerung von Geröll läßt sich eine Bohrduckel nicht umgehen und ist zum mindesten bis zum festen Gebirge abzuteufen.

Der Bohrtäucher ist eine aus Holzdauben, Blech oder Gußeisen bestehende Röhre, welche man u. a. in Schächten anbringt, um dem Bohrer in oberer Teufe senkrechte Führung zu geben. Wollte man in solchen Fällen den Bohrtäucher fortlassen, so müßte der Krückelführer (zugleich

1) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 66.

2) Bohrturm von E. Thumann in Halle a. S.; s. Glückauf, B. u. H. Wochenschrift 1898, S. 391.

3) Rost, Bergbauschule. Thorn 1843, S. 20. — Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 104.

Vorarbeiter) auf der Schachtsohle, also entfernt von den Arbeitern stehen. Handelt es sich nur darum, über Tage das erste Ansetzen des Bohrloches zu erleichtern, so kann man auch an Stelle des Bohrtäuchers zwei Balken fest nebeneinander legen und in deren Stoßfugen eine dem Durchmesser des Bohrloches entsprechende Öffnung anbringen.

Hat man zunächst aufgelagerte Schwimmsandschichten zu durchbohren, so dient der Bohrtäucher gleichzeitig zur Verrohrung und wird eingepreßt oder eingerammt, wie in Pennsylvanien.

36. **Hilfsgezähe.** — Weite Bohrlöcher werden mit einer Bohrschere bedeckt, damit keine harten Gegenstände hineinfallen können. Die Bohrschere besteht, siehe Fig. 91, aus zwei um Bolzen *b* drehbaren Balken *a*,

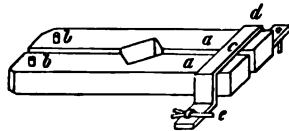


Fig. 91. Bohrschere.

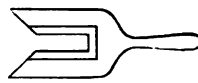


Fig. 92. Abfanggabel.

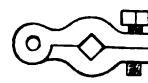


Fig. 93. Bohrbündel.

welche eine Öffnung für das Gestänge zwischen sich lassen und an einem Ende mit einem Bügel *c*, sowie mittels Haspen *d* und Vorstecker *e* befestigt werden.

Die Gabel oder Abfanggabel, Fig. 92, dient zum Abfangen der Gestänge beim An- und Abschrauben. Sie wird unter einen Bund des Gestänges geschoben und ruht auf der Bohrschere.

Das Bohrbündel, Fig. 93, besteht aus zwei eisernen Teilen, welche um einen Bolzen drehbar sind, mit einem Schraubenbolzen verbunden werden und eine Öffnung für das Gestänge haben, so daß das Bohrbündel fest an das letztere angeschraubt werden kann. Das Bohrbündel ersetzt die Stelle eines Bundes bei abgebrochenen Stangen oder wird zum Anlegen von Wuchtbäumen benutzt, wenn das Gestänge bei Meißelklemmungen etc. gewaltsam emporgezogen werden muß.

Zum An- und Abschrauben der Stangen beim Aufholen und Einlassen dienen Schraubenschlüssel.

37. **Das Löffelseil.** — Als Löffelseil verwendet man schwache Rundseile von Eisen- oder Stahldraht und Hanfseile.

Die Geschwindigkeit des Löffels beträgt beim Aufholen aus einem 630 m tiefen Bohrloche 26 m, beim Einlassen 90 m in der Minute<sup>1)</sup>.

## E. Störungen beim Gestängebohren und deren Beseitigung.

38. **Arten der Störungen und deren Ursachen.** — Die Störungen, welche beim stoßenden Gestängebohren vorkommen, sind entweder Verklemmungen oder Brüche.

1) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 99; 1862. Bd. 10, S. 251.

Verklemmungen entstehen durch ungleichmäßiges Umsetzen des Meißels, durch wechselnde Härte des Gesteines (Bohren von Füchsen), schlechte Geradföhrung und schiefe Stellung des Abfallstückes, sowie durch Nachfall. Dieser ist besonders bei Stillständen gefährlich, und deshalb darf bei ihnen der Meißel nicht im Bohrloche bleiben.

Zur Beseitigung von Füchsen hat Fauck mit Erfolg Dynamitpatronen mittels elektrischer Zündung auf der Bohrlochsohle explodieren lassen, ohne das Bohrloch weiter zu gefährden<sup>1)</sup>.

**39. Brüche und Fanggestänge.** — Um Brüche möglichst zu vermeiden, müssen sämtliche Teile häufig und sorgfältig geprüft werden.

Bei Anwendung sowohl hölzerner als auch eiserner Obergestänge sind besondere starke eiserne Fanggestänge erforderlich. Dieselben haben links-geschnittene Schraubengewinde, weil bei Fangarbeiten häufig drehend gearbeitet werden muß und bei rechtsgeschnittenen Schrauben die im Bohrloche steckenden Teile des Hauptgestänges losgeschraubt werden würden<sup>2)</sup>.

Bei Anwendung von Freifallinstrumenten beschränken sich die Brüche bei einiger Aufmerksamkeit größtenteils auf Unter-gestänge und Meißel.

**40. Fanginstrumente<sup>3)</sup>.** — Die Fanginstrumente dienen zum Fassen und Heraus-schaffen der bei Brüchen im Bohrloche stecken gebliebenen Teile.

Die Instrumente sind je nach Lage und Beschaffenheit der aufzuholenden Gegenstände sehr verschieden und müssen häufig vom Bohrmeister besonders hergestellt werden.

Die gebräuchlichsten sind folgende:

1) Der Glückshaken; Fig. 94 bis 97. Derselbe ist ein sehr einfacher und bei Brüchen oberhalb eines Bundes zunächst verwendbarer Fang-

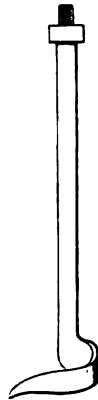


Fig. 94.

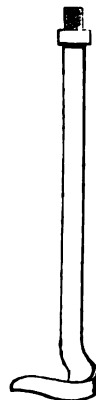


Fig. 96.

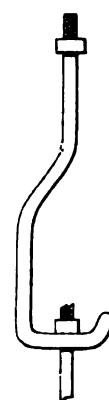


Fig. 98.

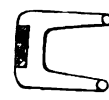


Fig. 95.



Fig. 97.

Glückshaken.

Fig. 99.  
Geisfuß.

1) Zeitschr. d. berg- und hüttenmänn. Vereins für Kärnten. 1874, S. 65.

2) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 217. — Fanggestänge von E. Thumann in Halle a. S.; s. Glückauf, B. u. H. Wochenschrift 1898, S. 390, Fig. 3.

3) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20. Taf. XV.

apparat, welcher so lange drehend gehandhabt wird, bis der Haken die abgebrochene Stange in den Sitz geführt hat. Der erstere ist in derselben Richtung gekrümmt, nach welcher die Schrauben am Gestänge geschnitten sind <sup>1)</sup>.

2) Der Geißfuß, auch Fanghaken oder Fingerhaken genannt; Fig. 98 und 99.

3) Die Kluppe besteht am unteren Ende aus vier federnden Teilen mit Haken, welche unter einen Bund fassen sollen. Das Instrument ist nicht sehr zuverlässig, weil die zu hebenden Teile sich bei größerem Gewicht leicht aus den Haken herausziehen <sup>2)</sup>. Man hat deshalb einen Ring über die Arme geschoben, welchen man für verschiedene Dimensionen der zu fangenden Stücke hoch und niedrig stellen kann <sup>3)</sup>.



Fig. 100.  
Fallfangschere.

4) Fangfeder, Federfalle. Dieselbe besteht aus einem kurzen Zylinder, an dessen unterem Rande 2 bis 4 Federn angenietet sind. Diese setzen sich nach dem Überschieben über eine in der Schraube gebrochene Stange unter den Bund. Das Instrument ist nur für geringes Gestängegewicht verwendbar. Kräftiger konstruiert ist

5) die Klappenbüchse, bei welcher die Federn durch zwei Klappen ersetzt sind.

6) Der Krätzer, ein korkzieherähnliches Instrument, welches einfach und doppelt sein kann.

7) Die Fallfangschere oder der Wolfsrachen, siehe Fig. 100, ist ein bei Gestängebrüchen unter dem Bunde viel gebrauchtes Instrument. Die gabelförmigen Arme *a* haben zwischen ihren unteren Enden eine Glocke *c*, an welcher bisweilen noch ein nach Art der Glückshaken gebogener Haken angebracht ist, um die zu fangende Stange möglichst in die Mitte der Glocke zu bringen.

Oben vereinigen sich die Arme *a* zu einer Stange, welche von einem Ringe *d* umschlossen wird und einen zur Hubbegrenzung für den letzteren dienenden Stift *e* hat.

Am Ringe *d* hängen zwei Arme *b*, deren untere Enden — der Wolfsrachen — mit scharfen stählernen Zähnen versehen sind.

Beim Einlassen wird der Wolfsrachen hochgeschoben und in dieser Stellung durch ein zwischen die Zähne geklemmtes Holzstäbchen *z* ge-

1) Beer, Erdbohrkunde, S. 219—223. — Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 77; 1859, Bd. 7, S. 226.

2) Beer a. a. O., Prag 1858, S. 229.

3) Preuß. Zeitschr. 1895, Bd. 7, S. 227.

halten. Sobald die Glocke über dem Gestänge hinweggeschoben ist, wird das Stäbchen fortgestoßen, der Wolfsrachen fällt herab und hält, während das Obergestänge mit der Glocke angezogen wird, das Gestänge fest.

8) Die Schraubentute oder Trompete ist eine konische Glocke mit scharf geschnittenen Schraubengängen an ihrer inneren Wandung. Dieselben werden auf die abgebrochenen Stangenenden geschraubt<sup>1)</sup>.

9) Der Löffelhaken ist einfach oder doppelt und dient zum Fangen des Bohrlöffels am Bügel.

10) Die Spinne oder Spinnenbüchse dient zum Aufholen kleiner,

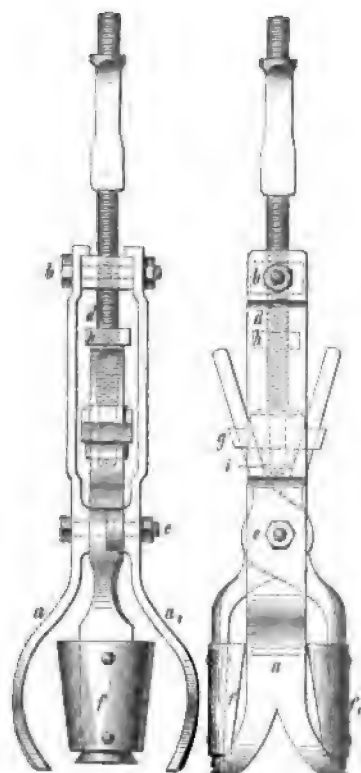


Fig. 101. Fig. 102.  
Zobels Eisenfänger.

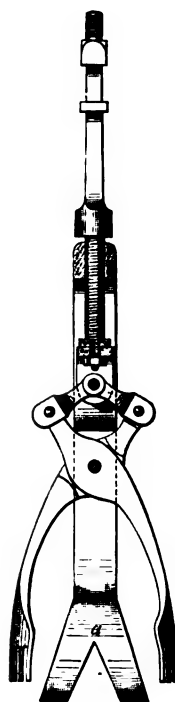


Fig. 103.  
Zobels Eisenfänger mit Parallelogramm.



Fig. 104.

auf der Bohrlochsohle liegender Eisenstücke. Die am unteren Ende angebrachten, spinnenfußähnlichen Eisenstreifen legen sich auf der Bohr-

<sup>1)</sup> Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 227. — Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 227. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 229.



lochsohle zusammen, nachdem sie sich unter das zu fangende Eisenstück geschoben haben, und halten dasselbe fest!).

11) Der Zobelsche Eisenfänger<sup>2)</sup> wird in zwei Konstruktionen angewendet. Mit der ersten Konstruktion, Fig. 101 und 102, welche auch zum Abreißen von Bohrkernen benutzt wird (15), holt man größere Eisenstücke auf, kann aber nicht die ganze Bohrlochsohle damit absuchen. Der Apparat besteht aus einem rahmenartigen Gestelle  $aa_1$ , dessen beide Arme sich nach unten gabelförmig ausdehnen und welche mit Schrauben  $b$  und  $c$  zusammengehalten werden.

Zwischen den Armen liegt eine linksgeschnittene Schraubenspindel  $d$ , auf deren unterem glatten Ende ein eiserner durchlochter Keil  $g$  sitzt. Um den unteren Bolzen  $e$  drehen sich die beiden Fangscheren  $ff_1$ , welche sich nach oben verlängern und an ihren Enden von dem Keil  $g$  erfaßt werden. Am untersten Ende der Schraubenspindel  $d$  befindet sich ein Absatz  $i$ , welcher beim Drehen der Spindel den Keil hochnimmt, wogegen ein oberer Ansatz  $h$  verhindert, daß sich der Keil beim Aufwärtsbewegen von den Zangenarmen abzieht.

Die Fangscheren haben an ihrem unteren Ende Greifhaken, um die zu fangenden Gegenstände zwischen sich zu nehmen. Sollen sie zum Abreißen von Bohrkernen dienen, so sind sie mit halbzyklindrischen Blechen belegt, damit der Kern während der Förderung nicht herausfällt.

Zum Absuchen der ganzen Bohrlochsohle eignet sich besser Zobels Eisenfänger mit Parallelogramm, Fig. 103 und 104. Beim Niederschrauben des Gestänges gehen die Klauen auseinander, beim Anziehen schließen sie sich.

Schließlich ist noch

12) die Abdruckbüchse zu erwähnen, d. h. eine mit fettem Ton gefüllte, unten offene Büchse, welche man in das Bohrloch einhängt, um durch einen Abdruck Kenntnis von der Lage der zu fangenden Stücke zu erlangen,

## F. Verrohrung der Bohrlöcher.

41. **Zweck der Verrohrung.** — Bei der Verrohrung der Bohrlöcher will man entweder durch einfache Auskleidung der Wände den Nachfall beseitigen oder einen wasserdichten Ausbau schaffen. Den ersten Zweck erreicht man durch Absperrungsröhren, den letzteren durch Isolierungsröhren.

Da bei jeder Verrohrung der Durchmesser des Bohrloches verringert wird (bei Blechröhren und Bohrlöchern ohne Knick um etwa 30 mm), und man deshalb mit kleinerem Meißel weiter bohren muß, so darf man das

1) Beer, a. a. O. S. 231.

2) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 27—29.

Bohrloch von vornherein mit nicht zu kleinem Durchmesser beginnen, weil man sonst bei wiederholter Verrohrung Gefahr läuft, daß das Bohrloch vor Erreichung der beabsichtigten Tiefe zu eng wird und deshalb eingestellt oder von oben her erweitert werden muß.

**42. Beseitigung des Nachfalls.** — Das Einbringen von Absperrungsröhren kann ein verlorenes oder ein gültiges sein. Verloren nennt man dasselbe, wenn die Röhren nur wenig über die den Nachfall liefernde Stelle des Bohrloches oder über den unteren Rand eines bereits eingebrachten Röhrenstranges hinwegragen, während eine gültige Verrohrung bis zu Tage ausgeht.

Im allgemeinen sind verlorene Verrohrungen zu vermeiden, weil sie von dem Meißel am oberen Rande leicht aufgeschlitzt und sodann eingebogen werden, wodurch die Bohrarbeit sehr aufgehalten werden kann.

Erlaubt es die Weite des Bohrloches nicht, alle Verrohrungen bis zu Tage gehen zu lassen, dann bleiben zur Verrohrung unterhalb eines bereits eingesenkten Röhrenstranges noch zwei Mittel:

1) Man zieht die Verrohrung heraus, erweitert das Bohrloch von oben an und verrohrt von neuem.

2) Man erweitert unterhalb der ersten Verrohrung und senkt diese, indem man gleichzeitig neue Röhren aufsetzt.

Das letztere Verfahren ist das im Erfolge zweifelhafteste und auch umständlichste; zumal bei festem Gebirge ist das Angreifen der Erweiterungsbohrer (45) schwer zu erreichen, auch macht das Senken der Röhren oft große Schwierigkeiten<sup>1)</sup>.

**43. Absperrungsröhren.** — Zu den Absperrungsröhren verwendet man jetzt ausschließlich Eisenblech. In Nauheim hat sich in einem Solbohrloche verzinktes Eisenblech sehr gut bewährt<sup>2)</sup>, bei süßem Wasser genügt Schwarzblech.

Je nach der Verbindung der einzelnen Röhren unterscheidet man Kegelnröhren, Muffenröhren und Doppelröhren, welche alle drei durch Vernieten hergestellt werden. In neuerer Zeit zieht man vielfach gezogene eiserne Röhren bis 300 mm Durchmesser mit Schraubenverbindung vor. Dieselben sind aber, ebenso wie Doppelröhren, teuer.

**44. Vernieten der Röhren.** — Das Vernieten geschieht nach dem Verfahren von Kind vorwiegend dadurch, daß man die am Ende aufgespaltenen Nieten von außen einsteckt und gegen einen im Innern der Röhren befindlichen Amboß treibt.

**45. Erweiterungsbohrer.** — Man unterscheidet zweierlei Arten von Erweiterungsbohrern, nämlich solche zum Erweitern eines Bohrloches vom Tage herein oder unterhalb einer bereits eingebauten Verrohrung.

1) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 41; 1861, Bd. 9, S. 154.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1874, S. 197.

Die erste Art können Kreuzmeißel oder gewöhnliche Meißel mit Ohrenschneiden sein, deren Schneide in der Mitte durchbrochen ist.

Die Erweiterungsbüchse von Kind<sup>1)</sup> hat einen quadratischen Schaft und an dessen unterem Ende einen runden, an der Basis ausgehöhlten Körper mit Ausschnitten zum Entweichen des Bohrschmandes, dazwischen liegen die Schneiden.

Die Instrumente zum Erweitern unterhalb eines vorhandenen Röhrenstranges müssen alle so eingerichtet sein, daß sie durch letzteren hindurchgehen und erst unter demselben zum Angreifen kommen.

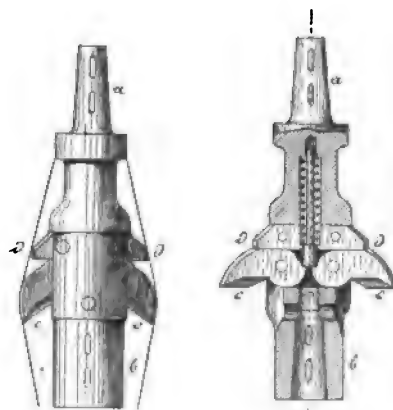


Fig. 105.

Nachnahmebohrer von Fauck.

Fig. 106.

Der seit längerer Zeit allein in Gebrauch befindliche Nachnahmebohrer von Fauck ist aus bestem Feinkorneisen geschmiedet, trägt oben den Zapfen *a*, s. Fig. 105 und 106, unten die Hülse *b*, beides für Doppelschloßverbindung, während in der Mitte zwei Schneidebacken *cc* aus bestem Gußstahl angebracht sind, welche leicht mit andern Größen ausgewechselt werden können. Die Druckvorrichtung *d* zum Festhalten der Schneidebacken liegt geschützt. Zum Einlassen in das Bohrloch werden die Schneidebacken mit einem Draht, der um die Meißelschneide herum-

führt, zusammengehalten. Beim Aufschlagen auf die Bohrlochsohle zerreißt der Draht und die Meißelschneiden treten unter der Verrohrung auseinander<sup>2)</sup>.

Denselben Zweck verfolgt die von dem Bergwerksdirektor Fr. Buschmann auf dem Kalisalzwerke Friedrich Franz bei Lüthteen (Mecklenburg) beim Abbohren des Schachtes bereits mit Erfolg angewendete Einrichtung, bei welcher eine an dem Bunde des Bohrers unterhalb des Halses mit einem Neigungswinkel von 60° angebrachte Steuerscheibe den Meißel zum seitlichen Angriff zwingt, im Falle eines Gestängebruches aber auch bremsend wirkt.

Nach einem andern Vorschlage Buschmanns, welcher für Tiefbohrung besonders zweckmäßig erscheint, bekommt der Meißel selbst die in Fig. 107 dargestellte Abschrägung *c*.

46. **Isolierungsröhren.** — Die Isolierungsröhren in Solbohrlöchern sind häufig ausgebohrte ganze Stämme von Nadelholz oder sie sind aus zwei

1) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 131.

2) Tecklenburg, Handb. d. Tiefbohrkunde, Bd. V, S. 35.

bearbeiteten Hälften zusammengesetzt, wie in Liebenhall bei Salzgitter. Die Verbindung der Längsnaht geschieht durch Döbbel<sup>1)</sup>.

Ausgebohrte Stämme werden nach Degoussée durch außen eingelegte eiserne Ringe oder, wie in Schöningen, durch kupferne Muffen verbunden, welche mit acht Stück Holzschrauben in zwei Reihen an jeder Seite befestigt werden<sup>2)</sup>.

Die Muffen sind außerdem mit in Talg getränkten Hanffäden gedichtet.

Beim Bohren nach Petroleum wendet man zum Abdämmen der Wasserzugänge und bei Bohrlochweiten von 16 bis 22 cm gewalzte Blechröhren an, welche an ihren Enden mit Schraubengewinden versehen sind.

**47. Das Herausziehen einer Verrohrung** kommt nicht allein vor, wenn das Bohrloch erweitert, sondern auch, wenn nach beendeter Bohrarbeit die Röhren wiedergewonnen werden sollen.

Die Röhrenheber fassen entweder unter<sup>3)</sup> dem unteren Rande der Verrohrung an oder sie werden innerhalb derselben eingeklemmt. Weil aber bei der ersteren Art leicht ein Zerreißen der Röhren eintritt, so wendet man zweckmäßiger Röhrenheber der andern Konstruktion an.

Bei dem Röhrenheber von Kind<sup>4)</sup> sitzt an einer mit dem Gestänge verbundenen quadratischen Eisenstange ein birnförmiger Körper. An einem auf der Stange verschiebbaren Ringe befinden sich vier Federarme, welche unten an ihren Außenflächen gezahnt sind und gleichfalls von einem Ringe zusammengehalten werden. Beim Emporziehen der Birne werden die Arme gegen die Röhren gepreßt und nehmen dieselben mit in die Höhe, vorausgesetzt, daß sie nicht zu sehr festgeklemmt sind. Ist dies der Fall, so kann man das Instrument durch Senken der Birne leicht lösen.

**48. Das Zerschneiden der Röhren** kann in horizontaler und vertikaler Richtung vorgenommen werden. Das erste kommt besonders bei den unteren Röhren vor, welche nach den Erfahrungen in Schöningen vorzugsweise festsitzen.

Die von Degoussée angewendeten Röhrensägen<sup>5)</sup> haben sich bei den

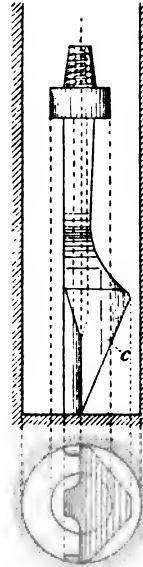


Fig. 107.  
Buschmanns Nachnahmebohrer.

1) Karstens Archiv. R. II. Bd. 26, S. 54. — Beer, a. a. O. S. 257.

2) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 202. — Beer, a. a. O. S. 258.

3) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 232.

4) Kind, Anleitung etc. S. 18. — Serlo, Bergbaukunde. 1884. I. S. 443.

5) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 508.

Bohrungen in Schöningen durchaus nicht bewährt und wurden von Greiffenhagen durch andere Instrumente<sup>1)</sup> ersetzt, welche im wesentlichen darauf beruhen, daß zwei wirkliche halbrunde Sägenblätter in horizontaler Lage an zwei beweglichen Armen angebracht sind, welche entweder durch einen dazwischen befindlichen Keil oder durch einen, die beweglichen Arme umschließenden Ring auseinander gedrängt werden, um die Sägenzähne zum Angriff zu bringen. Bei entgegengesetzter Bewegung des Keiles, bezw. Ringes ziehen sich die Sägenblätter aus dem Schnitt heraus. Mit diesen Sägen hat Greiffenhagen etwa 20 Schnitte in Blechröhren von 156 bis 260 mm Weite und 2,6 mm Stärke ausgeführt. An einem Schnitte wurde nur  $1\frac{3}{4}$  bis 2 Stunden gearbeitet. Auch lassen sich diese Sägen für vertikale Schnitte einrichten.

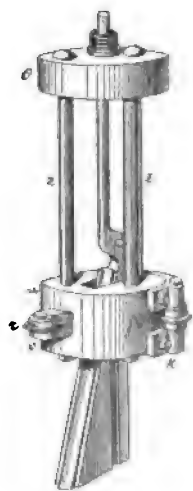


Fig. 108.  
Fauks Röhrensäge.

Unter der Sägevorrichtung werden Stangen angeschraubt, auf denen sie während der Handhabung steht. Hat man indeß zu befürchten, daß nach dem Durchschneiden der Röhren Sand hervorquillt, welcher die untergeschraubten Gestänge festmachen könnte, so empfiehlt Greiffenhagen, die Röhrensäge schwebend zu gebrauchen.

Bei der Röhrensäge von Fauck, Fig. 108, dient das mittels eines Stahlbolzens, um den es leicht drehbar ist, in dem Schiebergleitstück *v* befestigte Stahlrad *r* als der schneidende Teil. Das Schiebergleitstück findet im Körper des Unterstückes *u* seine Führung. Drei starke Bolzen *z* verbinden dieses Unterstück unverrückbar mit dem Oberstück *o*. An das Gewinde des Oberstückes wird ein Röhrengestänge geschraubt, mit welchem das Instrument seine Umdrehung erhält. Ein Zuggestänge reicht durch das Röhrengestänge zu Tage und dient dazu, den Keil von Zeit zu Zeit hoch zu ziehen und dadurch das Gleitstück mit dem Stahlrade vorzuschieben. Wenn der Vorschub des Gleitstückes nicht mehr ausreicht, werden zur weiteren Verstärkung des Unterkörpers dem Gleitstücke gegenüber zwei Stahlsegmente mit Druckwalzen *k* aufgeschraubt. Zum Auseinandernehmen des Instrumentes muß die Schraube *s* etwas gelüftet werden<sup>2)</sup>.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 305, 319, Taf. V, Fig. 7—18.

2) Handbuch d. Tiefbohrkunde von Th. Tecklenburg, Bd. 5, S. 36.

## 3. Kapitel.

## Stoßendes Bohren mit Seil.

**49. Chinesische Bohrmethode und Allgemeines über Seilbohren.** — Das Seilbohren soll<sup>1)</sup> von den Chinesen in ausgedehntem Maße und bis zu Tiefen von 565 m schon in den ältesten Zeiten angewendet worden sein. Das Verfahren beruht darauf, daß sich ein belastetes Seil auf-, ein entlastetes Seil zudreht. Nach dem Aufschlagen des Meißels wird sich also das Seil zudrehen, was durch Anwendung eines Wirbels am oberen Ende des Seiles erleichtert wird. Beim Anheben dreht sich das Seil auf, der Meißel folgt dieser Bewegung und die Schneide fällt in veränderter Richtung auf die Bohrlochsohle.

Als Seil wendeten die Chinesen fingerdicke Bambusriemen an. Hanfseile dehnen sich zu stark, so daß man die Hubhöhe weniger in der Gewalt hat. Aloëseile sind von Carbéron, Drahtseile mit Hanfeinlage von Jobard empfohlen.

Als Schlagvorrichtung diente den Chinesen ein federnder Baumstamm von etwa 15 bis 18 m Länge, welcher an einem Ende eingespannt war, nahe am Bohrloche eine Unterstützung hatte und mit Druckbäumen am andern Ende in schwingende Bewegung gebracht wurde. Man machte dabei 50 und mehr minutliche Hübe von etwa 10 cm Höhe.

Die größte Schwierigkeit bei diesem ältesten Bohrverfahren und bei dem Seilbohren überhaupt ist diejenige, das Bohrloch rund zu erhalten, weil das Umsetzen des Meißels sehr unvollkommen ist. Bei den Seilbohrungen in Europa hat man deshalb früher Kronenbohrer und runde hohle Büchsen an Stelle der Meißelbohrer angewendet.

Fernere Nachteile des Seilbohrens im allgemeinen sind diejenigen, daß der Hub unsicher ist, weil sich jedes Seil bei einigermaßen bedeutender Tiefe längt, ferner die Notwendigkeit, zur Beseitigung von Brüchen am Meißel Fanggestänge in Bereitschaft halten müssen, und — besonders bei festem Gesteine — die geringere Wirkung gegenüber den vollkommeneren Methoden des Gestängebohrens mit Wasserspülung und mit Diamanten.

**50. Neuere Methoden des Seilbohrens.** — Unter den neueren Apparaten und Methoden sind zu nennen: Der Seilapparat von Gaiski<sup>2)</sup>, die Freifallbohrer von H. Sonntag<sup>3)</sup>, der Kolb'sche Bremswirbel<sup>4)</sup>, die Frei-

1) Jobard in Dinglers polyt. Journ. 1847, Bd. 105, S. 15. — C. W. Frommann, Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren mit Rücksicht auf artesischen Brunnen. Koblenz 1835. Polyt. Centralbl. 1853, S. 1558. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1861, S. 13, 306; 1892, S. 59, 251.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1868, S. 365.

3) Ebenda, 1869, S. 5. — Ebenda, 1869, S. 169—171.

4) K. Köbrich in Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1870, S. 33; 1861, S. 309; 1871,

fallapparate für Seilbohren von Hochstrate<sup>1)</sup>, Kleritj<sup>2)</sup>, von Sparre<sup>3)</sup>, Fauck<sup>4)</sup>, Mather & Platt<sup>5)</sup>. Einige von diesen Apparaten, besonders der von Mather & Platt, haben wohl in einzelnen Fällen Anwendung gefunden, die andern sind Vorschläge geblieben.

51. **Das Amerikanische Seilbohren**<sup>6)</sup>. — Dieses in den Öldistrikten Pennsylvaniens in bedeutender Ausdehnung angewendete Seilbohrverfahren hat durch die mit ihm erzielten Erfolge allgemeine Aufmerksamkeit erregt.

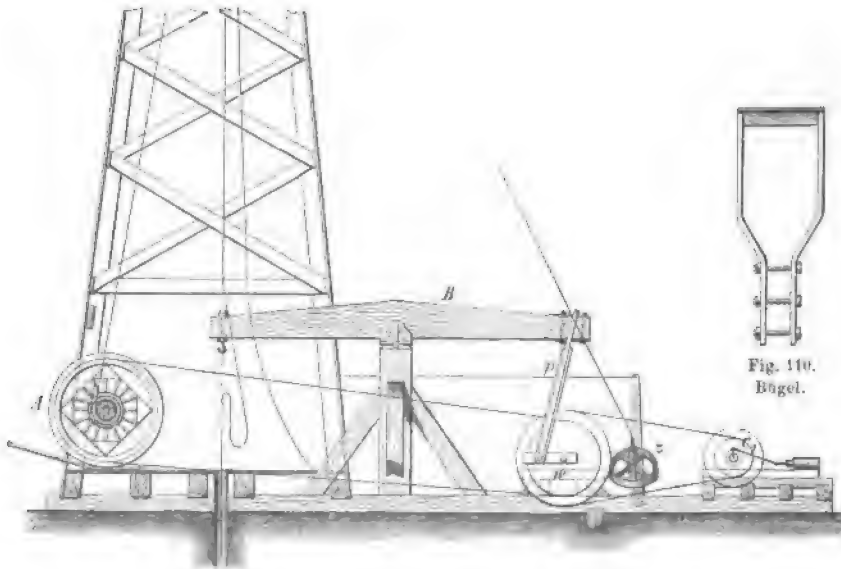


Fig. 109 (Seitenansicht).

Die Einrichtung der Anlage ist aus Fig. 109 und 111<sup>7)</sup> ersichtlich. Der 19 bis 22 m hohe Bohrturm (*derrick*) hat an der Basis 5 bis 6 m im

S. 121. — Allgem. berg- u. hüttenm. Ztg. von Dr. K. Hartmann. 1861, S. 13, 171; 1862, S. 59, 251. — Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen 1871, S. 94. — Glückauf 1871, Nr. 8. — Dingers polyt. Journ. 1870, Bd. 198, S. 374.

1) Wagner in Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 133.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871, S. 344; 1872, S. 104. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ing. 1874, Bd. 15, S. 751. — Serlo, Bergbaukunde. 1884. I. S. 164.

3) Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1873, S. 128. — Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 191. — Dingers polyt. Journ. 1874, Bd. 212, S. 285.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1873, S. 155. — Berg- u. Hüttenm. Jahrb. d. k. k. Bergakademien 1874, S. 222. — Dingers polyt. Journ. 1874, Bd. 212, S. 291. — Serlo a. a. O. 1884. I. S. 171.

5) Preuß. Zeitschrift 1873, Bd. 21, S. 178. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1874. S. 318. — Kärntn. Zeitschr. 1875, S. 286.

6) Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 29.

7) Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften. IV, 2. Leipzig 1855. Taf. IX. Fig. 27, 27a, 27b, 28.

Quadrat, steht auf einem eichenen Fundamentrahmen und ist einfach aus fichtenen Bohlen zusammengesetzt.

Die Bohrwinde *A* besteht aus einem 33 cm dicken, etwa 380 cm langen

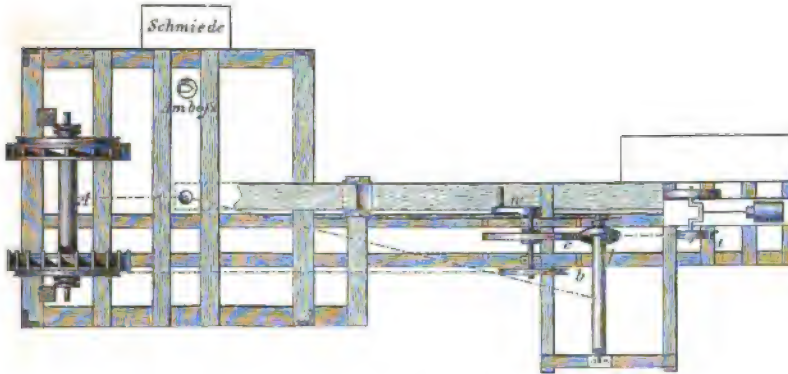


Fig. 111 (Grundriß). Einrichtung beim amerikanischen Seilbohren.

Rundbaume aus Eichenholz und zwei an dessen Enden angebrachten, aus eichenen und fichtenen Bohlen bestehenden Holzrädern von etwa 2,22 m Durchmesser. Dem aus Manilahanf hergestellten Bohrseile wird eine Stärke von 46 mm gegeben. Das eine der Holzräder ist mit einer Handbremse, das andere mit einer Seilnut versehen. Dieselbe dient zur Aufnahme eines die Verbindung mit der Hauptwelle *w* vermittelnden, etwa 20 mm starken runden Hanfseiles, welches wie die Laufschnur einer Drechselbank einfach zusammengehakt wird, außerdem sehr leicht abgenommen und aufgelegt werden kann. Die nötige Spannung gibt man dem Seile durch Zusammendrehen vor dem Einhaken.

Der etwa 8,6 m lange Bohrschwengel *B* (*walking beam*) besteht aus Fichtenholz und ruht auf einem senkrechten Ständer (*sampson-post*). Auf dem hinteren Ende des Bohrschwengels hängt mit einem in Fig. 110 in größerem Maßstabe gezeichneten Bügel die Pleuelstange *p*, deren unteres geschlitztes Ende den Krummzapfen umschließt.

Die Hauptwelle *w*, an deren einem Ende der Krummzapfen sitzt, hat am andern die zur Bewegung der Bohrwinde dienende Seilscheibe (*rope pulley wheel*) *b* und in der Mitte zwischen den Zapfenlagern die hölzerne Riemenscheibe (*band wheel*) *c*, welche ihre Bewegung durch die Riemenscheibe *c*<sub>1</sub> der Dampfmaschine erhält.

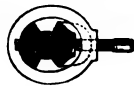
Der Löffelseilhaspel (*sand pump reel*) *l* besteht aus einem 2,5 m langen, 20 cm dicken Rundbaume mit einer konöidischen gußeisernen Friktionscheibe, welche vom Bohrturme her mittels Zugstange und Hebel an die Riemenscheibe der Hauptwelle und in entgegengesetzter Richtung gegen einen festen Bremsklotz angedrückt werden kann.



Am Kopfende des Bohrschwengels hängt in einem Lasthaken die Stellschraube mit Wirbelring (*temper screw*) und unter derselben die Klemme zum Festhalten des Seiles beim Bohren, Fig. 112 und 113.



Fig. 112.

Fig. 113.  
Seilklemme.Fig. 114.  
Seilfußstück.

Das untere Ende des Seiles ist in dem mit einer gabelförmigen Hülse versehenen Seilfußstücke (*rope-socket*) befestigt, siehe Fig. 114. Daran schließen sich nach unten die Rutschere (*jars*) und an diese der Bohrklotz mit dem Bohrer.

Der Bohrklotz besteht aus einer Bohrstange (*anger-stem*), zu welcher behufs Gewichtsvermehrung die Senkerstange (*sinkers bar*) und außerdem Ergänzungsstücke (*substitutes*) hinzukommen. Das Gesamtgewicht beträgt bei etwa 14 m Länge 639 kg, dazu Rutschere und Meißel 107 kg, also im ganzen 800 kg. Dasselbe soll sogar auf 1000 kg steigen, während die Meißelschneide beim Beginn des Bohrloches nur 6 Zoll engl. breit ist und nach und nach auf 4 Zoll verjüngt wird.

Bei dem unvollkommenen Umsetzen bilden sich wie bei jedem Seilbohren Fische, welche nach jeder Bohrhitz mit Büchsen (*reamers*), siehe Fig. 115 bis 118<sup>1)</sup>, beseitigt werden müssen. Dieselben sind Meißel mit einer Ohrenschnide oder Flachbüchsen (Fig. 115), Halbrundbüchsen (Fig. 116), zwei gegenüberstehende Ohrenschniden oder Rundbüchsen (Fig. 117), endlich hohle kreisförmige Büchsen (Fig. 118).

Die Fangwerkzeuge (*fishing tools*) sind folgende:

Die Glocke (Trompete) (*horn socket*), vergl. 40, Abs. 8, die Fangschere (*grabs*), ähnlich der Kluppe 40, Abs. 3, die Fallfangschere (*slip socket*), Fig. 100, und der Geißfuß, eine Art Brechstange mit gespaltener Klaue (*hook*). Sie alle dienen zum Fangen von Bruchstücken des Untergestänges und der Bohrgezähe.

Der Seilfänger (*rope grabs*), siehe Fig. 119, dient zum Heraufholen von Seilstücken, der Sperrhaken (*slip-spear*), Fig. 120, zum Ausziehen von Röhren.

Die Konstruktion des Schlammloöffels (*sand-pump*) ist bereits früher, 7, Fig. 60 erwähnt.

<sup>1)</sup> Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften. IV, 2. Leipzig 1885. Kap. VII. Taf. XI, Fig. 14—17.

Das Abdichten am unteren Ende der Verrohrung in den oberen wasserführenden Schichten (vergl. 46) geschah früher ausschließlich durch

einen am unteren Ende der Verrohrung angebrachten Bleiring, welcher sich in das Gestein preßt, oder durch einen um das Rohr gelegten Ledersack, welcher teilweise mit stark aufquellendem Leinsamen, auch mit trockenen Erbsen gefüllt wurde.

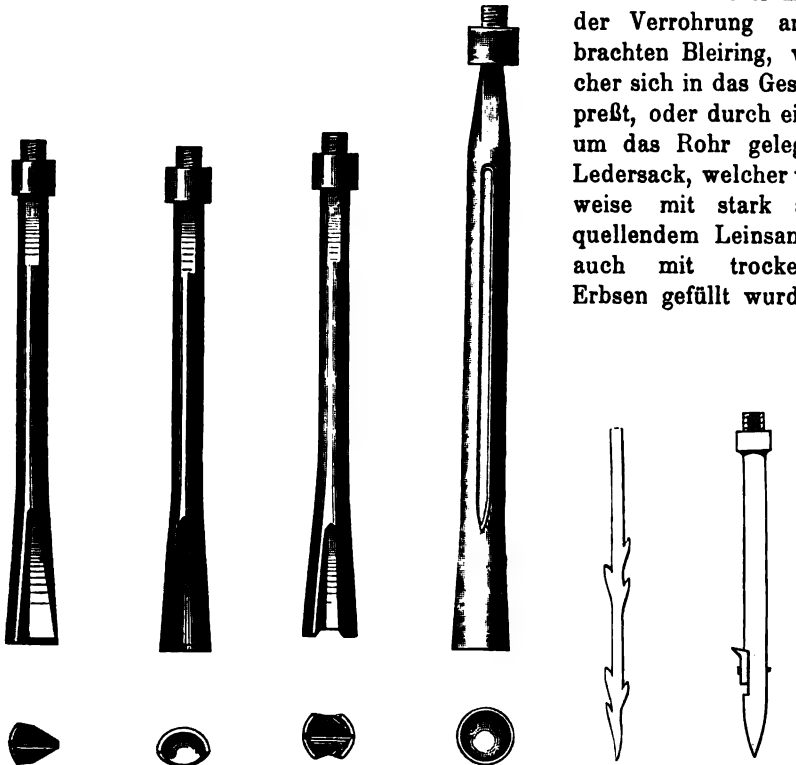


Fig. 115. Bohrbüchsen beim amerikanischen Seilbohren.

Fig. 116.

Fig. 117.

Fig. 118.

Fig. 119. Seilfänger.

Fig. 120. Sperrhaken.

Die mit dem amerikanischen Seilbohren in Pennsylvania erzielten Erfolge dürften jedoch nicht allein durch die Bohrmethode und die zweckmäßige Organisation der Arbeit, sondern zum großen Teil auch durch milde Geisteinsbeschaffenheit veranlaßt sein.

## 4. Kapitel.

Bohrverfahren mit Wasserspülung<sup>1)</sup>.

**52. Allgemeines.** — Den zum Zweck des Löffelns durch An- und Abschrauben der Gestänge entstehenden Aufenthalt hat man außer durch das Seilbohren mit dem besten Erfolge auch dadurch zu beseitigen gesucht, daß man den Bohrschmand durch einen beständig aufsteigenden Wasserstrom entfernt. Die Geschwindigkeit, welche man dem Wasserstrom zu geben hat, richtet sich nach der Korngröße der auszuspülenden Massen. Von Chanoit und Catelineau ist in dieser Beziehung folgendes festgestellt<sup>2)</sup>:

Es werden aufwärts bewegt bei einer Geschwindigkeit des Wasserstromes von:

10 cm	.. feiner Sand,
20	- .. grober Sand,
50	- .. Körner von 2 cm Größe,
100	- .. alle Kiesel, soweit sie in die Gestängeröhre eintreten können,
200	- .. sogar Kupfer- und Eisenteile.

Sollte natürlicher Auftrieb vorhanden sein, welcher jedoch nicht stark genug ist, um den Bohrschmand zu Tage zu bringen, so muß der angewendete Druck angemessen verstärkt werden, damit der natürliche Auftrieb gezwungen ist, in der Richtung des aufsteigenden Stromes zu entweichen.

Die erste Anwendung des Bohrens mit Wasserspülung wurde von Fauvelle<sup>3)</sup> sowohl für stoßendes als auch für drehendes Bohren gemacht, und zwar mit günstigem Erfolge, indem er 1846 in Perpignan ein Bohrloch von 170 m Tiefe in 23 Tagen niederbrachte. Fauvelle führte das Spülwasser mittels einer Druckpumpe in ein hohles Gestänge ein und ließ es außerhalb desselben wieder austreten.

Sodann brachte van Eicken im Jahre 1856 ein Bohrloch bei Sterkrade<sup>4)</sup> drehend mit der Schappe und gleichfalls mit Wasserspülung 148 m tief nieder.

Auf das Verfahren von Fauvelle gründeten Chanoit und Catelineau ihre bohrende Pumpe<sup>5)</sup>, welche eine ausgedehnte praktische Anwendung nicht gefunden hat, auch in Bezug auf Zweckmäßigkeit und Einfachheit dem Fauvelleschen Verfahren nachstehen dürfte.

1) Th. Tecklenburg, Handb. d. Tiefbohrkunde. Bd. II. Leipzig 1887. Siehe daselbst, S. 13, auch das Bohren mit Wasserdampf.

2) Serlo, Bergbaukunde. 1884. I. S. 195.

3) Degoussée a. a. O. S. 156.

4) Preuß. Zeitschr. 1865, Bd. 13, S. 177.

5) Bergwerksfreund. Eisleben 1860, Bd. 22, S. 650. — Th. Tecklenburg a. a. O. Bd. II. Leipzig 1887, S. 14.

Die Wichtigkeit der Wasserspülung ist am größten bei mäßig hartem Gestein, weil dabei ein häufigeres Löffeln nötig sein würde.

53. **Diamantbohren**<sup>1)</sup>. — Seitdem Rudolf Leschot in Genf im Jahre 1864 auf den Gedanken kam, festes Gestein durch Diamanten in rascher Umdrehung zerreiben zu lassen, hat das Diamantbohren eine großartige Ausdehnung gewonnen. Die erste Anwendung für die bergmännische Technik und zwar für Sprengarbeit fand das Diamantbohren durch die Maschine von De la Roche-Tolay (s. d.). Dann folgte der Major Beaumont, welcher eine Diamantbohrmaschine, gleichfalls für Sprengarbeit, im Clifton-Tunnel einführte.

Von nun an beginnt die Verwendung der Diamanten für Tiefbohrungen, welche außer von Beaumont besonders von den Amerikanern Bullock, Henry Pleasants & Shelley und durch deren Vermittelung von zwei Bohrgesellschaften (Pennsylvania Diamant-Bohrgesellschaft und »Diamond-Rock-Boring-Company«) energisch gefördert wurde. Gegenwärtig gibt es eine große Zahl von deutschen, englischen, besonders aber von amerikanischen Maschinen für ganz geringe Tiefen bis zu solchen von 2500 m<sup>2)</sup>.

Das Wesen des Diamantbohrens besteht darin, daß ein Hohlgestänge, durch welches ein Spülstrom bis zur Bohrlochsohle geht und das Bohrmehl entfernt und welches am unteren Ende eine mit Diamanten besetzte Bohrkronen trägt, in rasche Umdrehung versetzt und mit einem gewissen Druck gegen das Gebirge gepreßt wird, um sich in dasselbe einzuschleifen, derart jedoch, daß ein fester Kern stehen bleibt<sup>3)</sup>.

Da man im Stande ist, die beim Diamantbohren stehen bleibenden Kerne derart vollkommen zu gewinnen, daß ihre Länge bei einigermaßen festem Gesteine vollkommen der abgebohrten Tiefe entspricht, so erhält man beim Diamantbohren vollständigen Aufschluß über Beschaffenheit und Lagerungsverhältnisse der durchbohrten Massen.

Hierin liegt ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem stoßenden Bohren. Weil bei diesem alles zu Schlamm zerstampft wird, so kann man Lagerstätten unter Umständen (z. B. bei starkem Auftrieb des Wassers) leicht durchbohren, ohne sie zu bemerken. Außerdem erhält man mit dem stoßenden Bohren über Streichen und Fallen überhaupt keinen Aufschluß, es sei denn, daß man zur Festlegung der Lagerstättenebene drei Bohrlöcher stößt.

Um an den Kernen das Streichen der Gesteinsschichten<sup>4)</sup> zu

---

1) Th. Tecklenburg a. a. O. Bd. III. Leipzig 1889. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876, S. 96ff. — Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 295. — Die Diamant-Röhrenbohrung bei Böhmischem-Brod von Obergeringieur Franz Ržiha in Zeitschr. des Österr. Ing.- und Arch.-Vereins 1876, Heft 1.

2) Th. Tecklenburg a. a. O. S. 43—84.

3) Ebenda, S. 3.

4) Über das Feststellen des Abweichens der Bohrlöcher von der Lotlinie vergl. Abteufen mit Gefrierverfahren.

ermitteln, brach man denselben bis vor kurzem einfach ab und zog ihn mit dem Bohrgestänge heraus, indem man eine Drehung möglichst vermied. Da man aber nicht wissen kann, ob sich das frei hängende Gestänge dennoch etwas dreht, so hat man mehrere Vorrichtungen hergestellt, um das Streichen der Schichten ohne die Möglichkeit eines Fehlers zu ermitteln. Vivian<sup>1)</sup> benutzte einen Kompaß nebst Uhrwerk zum Arretieren der Magnetnadel, indem er diesen Apparat in ein enges Bohrloch schob, welches in der Mitte des Kernes herzustellen ist. Köbrich<sup>2)</sup> hält diese Methode für schwer ausführbar und bringt dasselbe Instrument in einer Rotgußbüchse oberhalb eines Meißels, mit welchem er eine Marke in den abzubrechenden Kern einschlägt, und oberhalb einer Rutschere als Teilstück des Obergestänges an. Dr. Wolff hat sich ein Verfahren patentieren lassen (D. R. P. Nr. 47221), nach welchem zunächst die Bohrlochsohle durch Meißelschläge uneben gemacht und dann mit der Diamantkrone ein kurzer Kernansatz ausgebohrt wird, jedoch nur so tief, daß man ein Abbrechen unbedingt vermeidet. Darauf wird ein Rohrstück in das Bohrloch gebracht, welches mit vier Stützen in den Kernschlitz hineingeht und damit über den Kernansatz gestülpt wird, wobei sich die Oberfläche des Kernansatzes in ein plastisches Material, z. B. Thon, abdrückt. Darauf wird, wie bei Vivian und Köbrich, die Magnetnadel eines Kompasses durch eine Weckuhr arretiert und sodann der Abdruck herausgeholt. Nachdem hierauf der Kern weiter ausgebohrt und gleichfalls zu Tage gefördert ist, bringt man seine Oberfläche in den Abdruck und dreht das Ganze so weit, bis die arretierte Magnetnadel in den magnetischen Meridian fällt. Der Kern hat nunmehr dieselbe Stellung wie im Bohrloche, so daß man das Streichen der am Kerne erkennbaren Gebirgsschichten genau bestimmen kann.

Alle diese Apparate haben jedoch den Nachteil, daß ihre Anwendung viel Zeit kostet, weil das Bohrgestänge zum Zweck der Beobachtung besonders eingelassen und herausgeholt werden muß.

Wie bei den Apparaten von Köbrich und Wolf ist bei dem »Stratameter« von Hermann Gothan<sup>3)</sup> eine Magnetnadel angebracht, die automatisch durch ein Uhrwerk arretiert und mit diesem in einem aus magnetisch indifferenten Material gebildeten, wasserdicht abgeschlossenen Raume in die Tiefe gelassen wird. Er unterscheidet sich aber dadurch von den beiden vorerwähnten, daß er an dem Bohrgestänge hinuntergelassen, mit dem Bohrkern in feste Verbindung gebracht, und sogleich, nachdem die Magnetnadel festgestellt und der Kern abgebrochen worden ist, zu Tage geholt wird. Infolge der festen Verbindung von Kern und Apparat, die besonders in loseren, leicht blätternden Gebirgsschichten zuverlässiger ist, als diejenige bei den bekannten Apparaten, schwindet die

1) Transactions of the Nord of England Institute of Mining and Mechanical Engineers zu Newcastle. Bd. XXXI. 1881/82, S. 45.

2) Preuß. Zeitschr. Bd. 36. 1888, S. 256. — Glückauf. Essen 1896, S. 1312.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1900, Nr. 14.



Fig. 121.

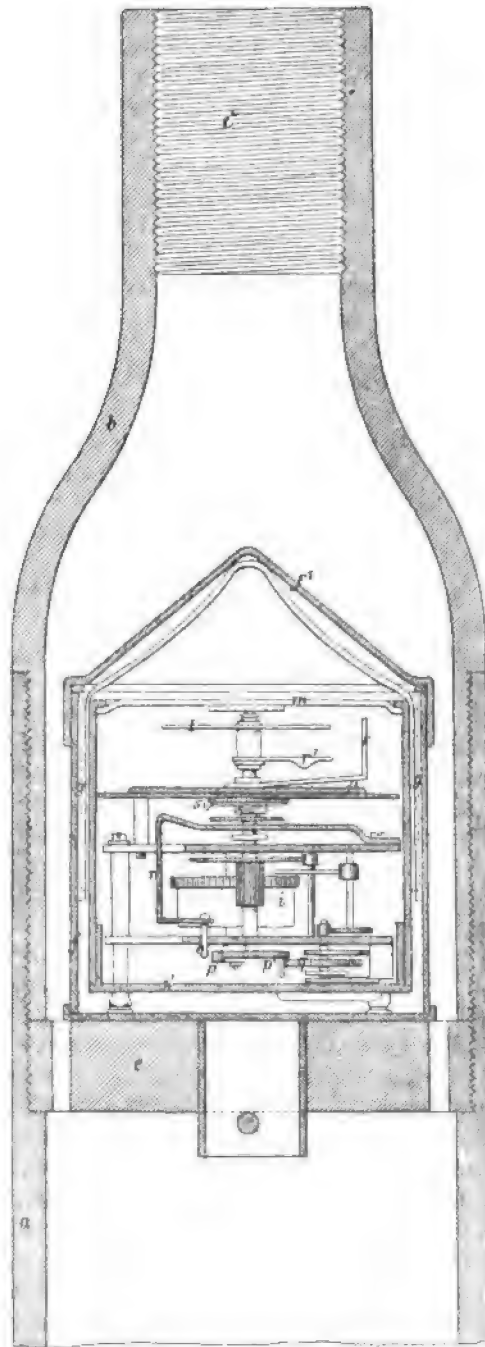


Fig. 122.

Unsicherheit bezüglich der Feststellung der relativen Lage beider zueinander; außerdem erwächst daraus die Zeitersparnis, daß das Gestänge nicht zwei Mal in die Tiefe des Bohrloches geführt zu werden braucht.

Die Herstellung des aus mehreren Teilen zusammengeschrubten Bohrzylinders *a* (Fig. 121), des Kopfes *b* und des im Schraubengewinde *c* anschließenden Gestänges geschieht aus magnetisch indifferenten Metallen. Unten am Bohrzylinder befindet sich in bekannter Weise die mit einem Kernfängerring versehene Bohrkronen *d* und in demselben der Kern *k*, Fig. 121.

Zur Arretierung der Magnetnadel, wie auch zur Vergleichung ihrer Stellung ist eine Uhr verwendet. Diese befindet sich in einem Gehäuse, welches an dem in den Bohrzylinder eingeschrubten und durch dessen Kopf gesicherten Ring *e* (Fig. 122) befestigt ist. In diesem ist mittels der Führungen *g* das Uhrgehäuse *h* nicht drehbar eingesetzt, mit welchem der das Uhrwerk *i* tragende Boden *h*<sup>1</sup> mittels Bajonettverschlusses verbunden ist. Das Uhrwerk ist, um irgend welche Störungen zu verhindern, ohne Läutewerk und Minutenzeiger, sonst aber nach Art der Weckeruhren und mit herausspringendem kleinen Zeiger ausgearbeitet. Der Ausrücker *r* kann, wie immer bei Weckeruhren, beliebig eingestellt werden.

Auf der Spitze der senkrecht stehenden Welle des Minutenrades schwebt die Magnetnadel *l*, welche durch eine Vorrichtung in ihrer Lage gegen den am Uhrgehäuse vorgesehenen Steg *m* plötzlich festgestellt werden kann. Zu diesem Zwecke ist die Magnetnadel mit kleinen Spitzen und der Steg mit einem Leder- oder Papierüberzug ausgerüstet. Die Feststellvorrichtung der Magnetnadel besteht aus der Feder *n*, die im oberen Teile des Uhrwerkes befestigt und unten mittels des konischen Stiftes *o* geführt ist. Der Stift legt sich bei spielender Magnetnadel gegen einen konischen Ansatz des Hebels *p* und hält diesen, resp. den kleinen Stift *p*<sup>1</sup> desselben von der Unruhe *q* des Uhrwerkes fern. Stellt man den Zeiger *r* auf eine beliebige Zahl des Zifferblattes *i*<sup>1</sup> ein, so schnellst infolge Einspringens eines Ansatzes in den entsprechenden Ausschnitt des mit dem Zeiger in Verbindung stehenden Stellrädchens *s*<sup>1</sup> die Feder *n* und mit dieser der Zeiger *r*<sup>1</sup> in die Höhe. Hierdurch wird die Magnetnadel gegen den Steg *m* gedrückt und festgestellt. Gleichzeitig wird der konische Stift von dem Hebel und der Stift *p*<sup>1</sup> durch eine Feder gegen die Unruhe gedrückt, wodurch die Uhr im Augenblicke arretiert wird. Nachdem nun die Uhr und die Magnetnadel auf diese Weise festgestellt sind, wird der fest eingeklemmte Kern abgebrochen und mit dem Bohrzylinder am Gestänge aufgeholt. Der Bohrzylinder wird nun bis auf den unteren Teil, der mit *A* und *B* gezeichnet ist, losgeschraubt, so daß der Kern oben vollständig frei liegt. Dieser wird in der Richtung der Zylindermarken *A* und *B* mit einem Strich gezeichnet und in die mit gleichen Marken ausgestattete Hülse *u* (Fig. 125) so eingesetzt, daß die Marken und die entsprechenden Striche auf dem Kerne in eine Richtung fallen,

und auf die Drehscheibe *v*, Fig. 124 gestellt, welche gleichfalls mit einer durch *A* und *B* bezeichneten geraden Linie versehen ist, und zwar so, daß sich

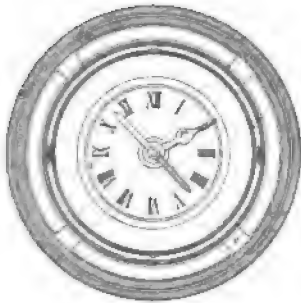


Fig. 123.

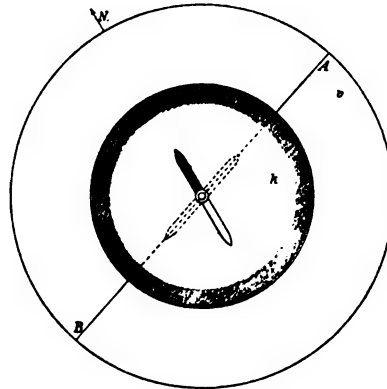


Fig. 124.

die Merkzeichen *A* und *B* der Hülse *u* und der Drehscheibe genau decken. Hierauf wird das Verbindungsstück *b* (Fig. 122) des Bohrzylinders abgeschraubt, desgleichen der Deckel *f*<sup>1</sup> (Fig. 121 u. 122) der angeschraubten Hülse, so daß das Zifferblatt und die Magnetnadel sichtbar werden. Durch Lote *w* (Fig. 125) legt man die Richtung der arretierten Magnetnadel fest, verbindet die Lotpunkte durch eine gerade Linie und schreibt die Stellung der Magnetnadel auf. Hierauf schraubt man die oberen Teile des Bohrzylinders nacheinander ab, wodurch der Bohrkern und die in demselben enthaltenen Schichtenlagerungen sichtbar werden; sodann wird die Uhr auf den Bohrkern gesetzt, und zwar so, daß die immer noch arretierte Magnetnadel wieder genau in die Richtung der durch die Lotpunkte festgestellten geraden Linien zu stehen kommt.

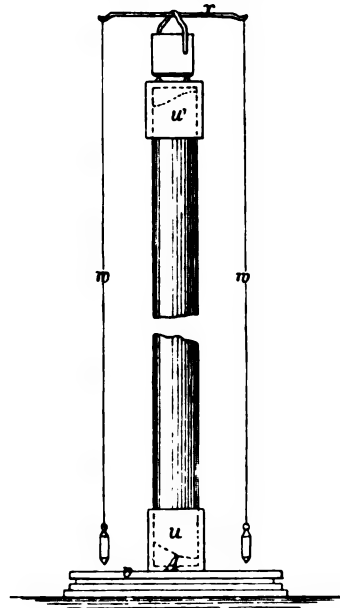


Fig. 125.

Wenn nun die Magnetnadel durch Zurückziehen des Ausrückers freigemacht wird und ihre durch die Polrichtung bedingte Lage wieder eingenommen hat, dreht man die Drehscheibe mit dem Bohrkern und der darauf feststehenden Uhr soweit herum, bis der



Pol *N* der Magnetnadel wieder diejenige Ziffer des Zifferblattes erreicht, auf welcher er in der Erdtiefe fixiert wurde. Die sich hieraus ergebende Stellung des Bohrkernes ist seine ursprüngliche, d. h. genau dieselbe, in welcher er abgerissen wurde. Für den Fall, daß nur der untere Teil des Bohrkernes, welcher noch in der Bohrkronen durch den Kernfänger-ring eingeklemmt ist, für die Untersuchung in Frage kommen soll, wird der Bohrkern ohne den in der Richtung der Marken *A* und *B* daran bezeichneten Strich zu verletzen, von unten nach oben aus der konischen Bohrkronen ausgehoben und sodann in gleicher Weise wie vorher auf die Linie *A—B* gestellt, resp. mit der Drehscheibe versehen.

54. **Apparate<sup>1)</sup>.** — Für die Bohrkronen werden zwei Sorten farbiger Diamanten verwendet, welche unter den Namen Carbons und Boorts bekannt sind. Der Carbon ist schwarz, undurchsichtig, sein spezifisches Gewicht beträgt 3,151 bis 3,293, seine Härte 20. Der Boort ist weiß und hat ein spezifisches Gewicht von 3,499 bis 3,504, seine Härte ist die des Carbon.

Die Verwendung der Boorts richtet sich nach ihrer und der Beschaffenheit des Gesteins. Für tonige, also weichere Gebirgsschichten kommen Boorts, welche die Kristallflächen des Oktaëders zeigen, in Betracht, wogegen man für Sandsteine, also härtere Gebirgsschichten, den Boorts mit runder Form den Vorzug gibt. Die Boorts sind spaltbar und es sind solche Kristalle zu vermeiden, in welchen die Spaltungsflächen bereits angedeutet erscheinen, die also deutliche Blätterdurchgänge zeigen, da solche Kristalle schon bei geringem Druck nach diesen Flächen spalten.

Die Carbons zeigen keine Spaltbarkeit, sie eignen sich besser für Bohrzwecke, als die Boorts und werden besonders bei harten Gesteinen verwendet.

Die Anzahl der zu einer Bohrkronen erforderlichen Diamanten hängt von ihrer Größe und vom Durchmesser der Bohrkronen ab. Es können schon 5 Diamanten genügen, um eine Bohrkronen zu besetzen.

Die Preise der Bohrdiamanten richten sich nach deren Güte. Es werden zur Zeit für 1 Karat Carbon 100 bis 170 Mark, für 1 Karat Boorts 20 bis 80 Mark bezahlt.

Das Gewicht der zum Besetzen von Diamantbohrkronen brauchbaren Steine beträgt 2 bis 20 Karat (1 holländisches Karat = 205,7 Milligramm). Den Durchmessern der Diamantbohrkronen entsprechend werden auch die Steine ihren Größenverhältnissen nach gewählt. Für die größeren Kronen

1) Broja in Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 283. — Iron. 1873, Nr. 40, S. 498. — Die Eisenbahn. Bohrung in Rheinfelden. 1877, Bd. VI, Nr. 4. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876, S. 96. — Armengaud, Publication industrielle. Paris 1879. Vol. XXV, S. 329. — Ann. des mines. Sér. VII. Vol. XVI, S. 218. — Tiefbohrung zu Northampton. Vortrag von H. J. Eunson. Excerpt Minutes of Proceedings of the Inst. of Civ. Eng. Session 1882—83.

kommen demnach größere, für die kleineren Kronen kleinere Steine zur Verwendung.

Die Bohrkronen *C*, Fig. 126 und 127, ist mit dem unteren Ende des hohlen Bohrgestänges verschraubt. Fig. 127 zeigt die Bohrkronen in der unteren Ansicht mit den eingesetzten Diamanten, *c*, *c*<sup>1</sup>, *c*<sup>2</sup> sind Aushöhungen, durch welche das im Inneren des hohlen Gestänges herabkommende Spülwasser den Bohrschlamm fortführt, außerhalb desselben empordrückt und über Tage zum Ausfließen bringt. Der gesamte Wasserbedarf ergab sich während der Arbeit zu 340 000 l für 24 Stunden.

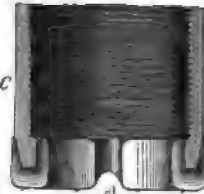
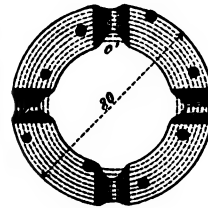


Fig. 126.

Fig. 127.  
Bohrkronen.

**55. Das Bohrgestänge.** — Das Bohrgestänge ist hohl und besteht aus Stücken von 2 m Länge, welche an beiden Enden inwendige Schraubengewinde haben und durch Verbindungsstücke zusammengeschaubt werden.

**56. Verrohrung.** — Ist Nachfall zu befürchten, so werden Futterröhren angewendet. Dabei verfährt man je nach Umständen in zweierlei Weise. Entweder wird das Bohrloch zuerst mit einer größeren Krone erweitert, und es werden sodann die dem größeren Durchmesser entsprechenden Futterröhren bis unter den Nachfall gebracht, oder man erweitert nicht, bringt dagegen die Futterröhren direkt ein, in welchem Falle mit entsprechend geringerer Weite tiefer gebohrt werden muß<sup>1)</sup>.

**57. Die maschinellen Einrichtungen** werden von Th. Tecklenburg<sup>2)</sup> ihrer Einrichtung nach in französische, amerikanische, englische und deutsche unterschieden. Die französische Einrichtung war die schon erwähnte Maschine von De la Roche-Tolay (53). Dieselbe wurde nicht weiter ausgebildet. Dagegen entwickelten sich die amerikanischen Maschinen für Zwecke der Tiefbohrung sehr rasch und wurden den verschiedensten Zwecken angepaßt, so daß es Schürfbohrmaschinen für Bohrungen unter und über Tage, sowie für die verschiedensten Tiefen gibt. Auch sind die meisten dieser Maschinen verstellbar, so daß man mit ihnen vertikal auf- und abwärts, horizontal und in geneigter Richtung bohren kann. Ferner sind sie bedeutend kleiner, als die deutschen und englischen, nur für tiefe und senkrechte Bohrlöcher bestimmten Einrichtungen und auf eisernen, zum Teil fahrbaren Gestellen, sowie auf Lokomobilen montiert. Die Amerikaner sind bestrebt, mit möglichst leichten

1) Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. II, S. 45.

2) a. a. O. III, S. 7.

Maschinen und kleinen Bohrkronen enge Bohrlöcher von gleichem Durchmesser auf die ganze Tiefe herzustellen und nur im Notfall eine, dann aber schwierig auszuführende Verrohrung vorzunehmen.

Die englische Einrichtung<sup>1)</sup> ist wesentlich verschieden. Durch eine Lokomobile und Riemenübersetzung werden verschiedene, auf einem sehr starken schmiedeeisernen Gestelle verlagerte horizontale Wellen und Zahn-

räder in Bewegung gesetzt. Von einer dieser Wellen aus wird die hohle Spindel, welche die Gestänge aufnimmt und von einem auf- und abwärts gleitenden Querhaupt getragen ist, gedreht.

Die deutsche Einrichtung, durch Zobel und Köbrich ausgebildet, ist gleichfalls nur für Tiefbohrungen bestimmt und wird in 59 näher besprochen werden.

58. **Diamantbohrmaschine der American Diamond-Rock-Boring-Company in Newyork<sup>2)</sup>.** — Die Bohrmaschine wird von der oszillierenden Dampfmaschine *a*, Fig. 128, und mittels eines Kegelräderepaares getrieben, von welchem das Zahnrad *g* auf einer die Spindel *f* umschließenden Hülse *h* sitzt, welche in den Muffen *i* und *k* geführt wird und mit einer Keilnut versehen ist, in welcher der Splint

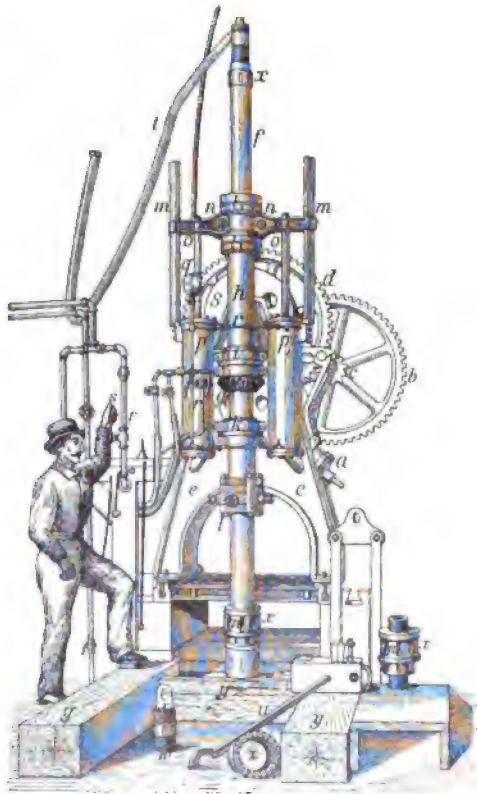


Fig. 128.

des Zahnrades *g* schleifen kann. Die Hülse *h* ist unten mit einer Reibungskuppelung *l* versehen und trägt oben ein durch die Schienen *m*

1) Diamantbohrmaschine von Thos. Docwra & Sohn in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1887, Nr. 51. Taf. XII, Fig. 1–4.

2) Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. III. S. 61. — Ders. in Zeitschr. des Vereins deutsch. Ing. Bd. 27, S. 517.

geführtes, zwischen den Wulsten  $l_1$  drehbares Armstück  $n$ , an welchem die Kolbenstangen  $o$  befestigt sind. Diese treten in die Preßzylinder  $p$  ein, in denen die Kolben mittels hydraulischen Druckes so gehoben oder gesenkt werden, daß der Vorschub der mit ihnen in Verbindung stehenden Bohrspindel  $f$  gegen die Bohrlochsohle stets in der für Diamantbohrung geeignetsten Weise erfolgt. Die Regelung des Gestängedruckes gegen das Gestein geschieht also hier nicht durch Gegengewichte oder Schraubengänge mit Zahnrädern, sondern durch eine auf dem Manometer  $q$  abzulesende hydraulische Pressung, wie sie bei derartigen großen Bohrmaschinen vorzuziehen ist.

Zum Heraufholen des Gestänges dient die Seiltrommel  $S$ , deren Betrieb von der Dampfmaschine aus mittels der Räder  $b$ ,  $c$  und  $d$  geschieht.

Die Zu- und Ableitung des Druckwassers zu den Zylindern  $p$  vermitteln die Röhren  $r$  und hat der Arbeiter, welcher die Maschine führt, stets den Zuführungshahn  $s$  in der Hand zu halten, um je nach der Härte des Gesteins den Druck der Diamantbohrkrone gegen die Bohrlochsohle zu regeln. Die Bohrspindel, welche aus einzelnen Röhren mit inneren Muffen besteht, ist durch den Gummischlauch  $t$  mit einer besonders aufgestellten Spülpumpe verbunden. Sämtliche größere Schrauben werden durch den Schlüssel  $u$ , welcher in die Vertiefungen  $w$  der Nippel  $x$  paßt, gedreht. Die ganze Bohrmaschine ist an dem Rahmen  $e$  und auf der Unterlage  $y$  montiert.

Die mit der Maschine ausgeführten Bohrlöcher haben eine Weite von 228 bis 381 mm und können bis 700 m tief gebracht werden. Da die Bohrlöcher vollständig glatt und rund sind, so kann man die Futterröhren genau den Bohrlochdurchmessern entsprechend wählen und bis zur Sohle niedertreiben.

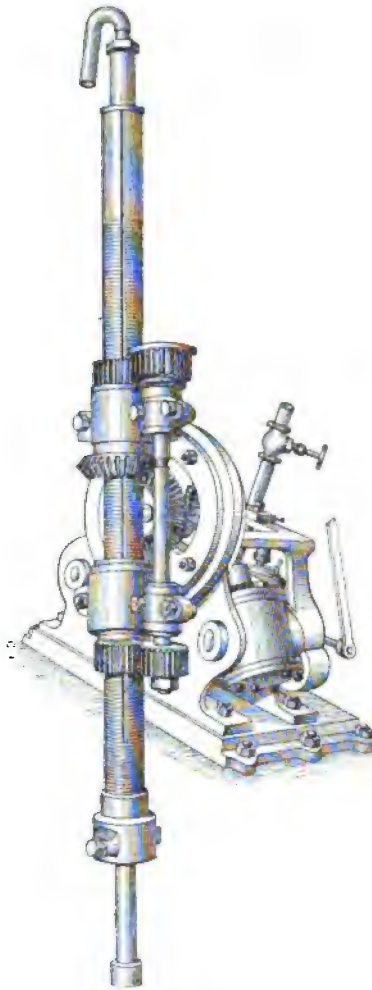


Fig. 129.

Eine Diamantbohrmaschine mit Schraubenvortrieb und Reibungskupplung zur Regelung des auszuübenden Druckes auf die Bohrlochssohle zeigt Fig. 129.

**59. Deutsche Einrichtung des Diamantbohrens.** — Bei dem von Zobel und Köbrich<sup>1)</sup> eingeführten deutschen Bohrverfahren ist durch Beibehaltung des Bohrschwengels das einfache Spülbohren mit dem Diamantbohren derart verbunden, daß jederzeit ohne viel Zeitverlust von dem einen System aufs andere übergegangen werden kann, und zwar vom drehenden Bohren mit der Schappe zum stoßenden Bohren mit dem Meißel und von diesem zum Diamantbohren. So lange man Gerölle auszuspülen hat, tritt das Spülwasser bei *c* in Fig. 130 in den ringförmigen Raum zwischen Hohlgestänge und Futterrohr ein und im Futterrohr bei *q* aus, später macht es den beim Diamantbohren gebräuchlichen umgekehrten Weg.

Zum Einsenken der Futterröhren dient ein Preßklotz *pp'* und ein das obere Ende der Röhrentour umfassendes und sich gleichzeitig auf dieselbe aufsetzendes ringförmiges Gußstück *d*, Fig. 130 und 131, links und rechts versehen mit je einem kräftigen Auge zur Aufnahme der zum Senken der Röhren dienenden Preßspindel *ss*, welche mit den verankerten Schleudern *aa*, Fig. 131, in Verbindung stehen. Der ringförmige Raum zwischen Hohlgestänge und Futterrohr ist oben mit wasserdichten Abschlüssen versehen, welche man dadurch bewirkt hat, daß man den Preßklotz mit einem Stopfbüchsenaufsatze *b* für das hindurchtretende Hohlgestänge (Arbeitsrohr) *r* bekrönte und diesen Aufsatz mit einem seitlichen Stutzen *c* für den Eintritt des Spülwassers versah. Behufs Abdichtung des Futterrohrs *h* gegen den dasselbe umfassenden Preßklotz wählte man die Manschettendichtung *f*.

Das Hohlgestänge hängt mittels Schelle *t* an der Kabelkette, die nach Bedürfnis nachgelassen wird. Ein das Hohlgestänge oberhalb des Stopfbüchsenaufsatzes umfassendes Drehbündel *u* bewirkt das Drehen der Schappe, und in dem Maße, wie das Arbeitsrohr tiefer in das Gebirge eindringt, werden die Futterröhren *h* angebracht.

Sobald man feste Gesteinsschichten erreicht hat, tritt an die Stelle des drehenden Bohrverfahrens das stoßende mit dem Köbrichschen Hohlfreifall-Instrument<sup>2)</sup>. Dasselbe ist, wie das von Fauck (65) angewendete, in seiner Grundidee ein Fabianscher Apparat, bei welchem

1; Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 25, S. 285; 1888, Bd. 36, S. 296. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1882, Bd. 26, S. 692, Taf. XXXVIII. — Tecklenburg a. a. O. III, S. 8.

2) Andere Hohlfreifall-Instrumente sind von H. Winkel-Moskau (Glückauf 1898, S. 391), Fauck, Tecklenburg (Handbuch der Tiefbohrkunde. II. S. 55) und von Winter (Ebenda, S. 57) konstruiert. Besonders das Wintersche gilt als sehr einfach und praktisch.

das Abfallstück von einer Hülse umschlossen wird und welcher in gleicher Weise wie der sich an dasselbe anschließende Bohrklotz und Bohrer behufs Ableitung des Spülwassers durchbohrt ist.

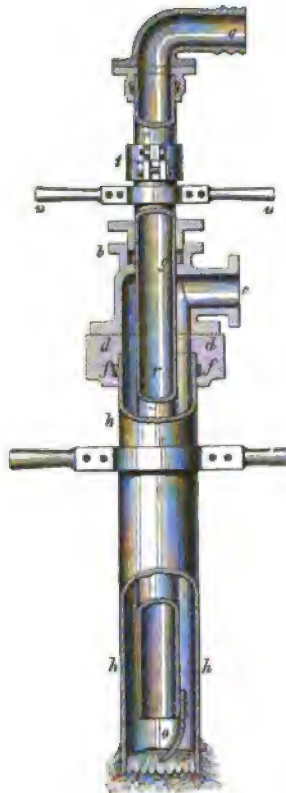


Fig. 130.

Preßklotz.

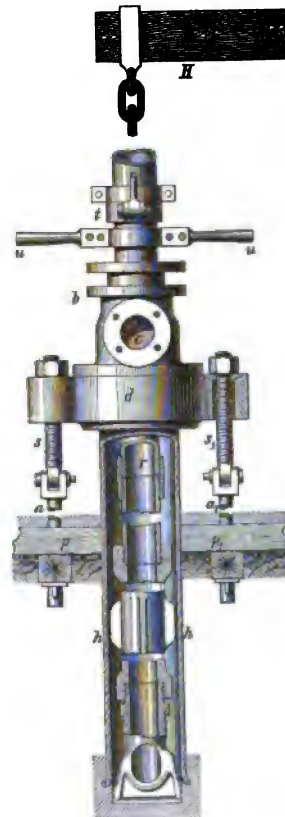


Fig. 131.

Als Bohrer, welche sich an die Bohrstange anschließen, haben sich Kreuzmeißel mit vier radial gestellten Schneiden und der Flachmeißel, beide mit zentraler Durchbohrung, besonders bewährt.

Die benutzten Rohrsysteme<sup>1)</sup> bestanden aus einer Gruppe ineinander gehender patentgeschweißter (d. h. mit übereinandergreifender Naht zwischen Walzen über Dorn geschweißter) Röhren von 185 bis 35 mm lichter Weite und bezw. 10 bis 5 mm Wandung.

1) Köbrich, Ein neuer Diamant-Erweiterungsbohrer. Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1887, S. 57.



Sobald es die Gesteinsbeschaffenheit zuläßt, wird vom stoßenden Bohren zum Diamantbohren übergegangen. Die maschinelle Einrichtung bleibt dabei im wesentlichen unverändert, nur der Bohrschwengel *H*, Fig. 131, muß ausgerückt werden.

Auf der ersten Bühne im Bohrturme, Fig. 1, Taf. VI, ist ein mit vier Laufrädern versehener Holzrahmen *h* angeordnet, welcher den aus zwei konischen Rädern mit Riemenscheibe bestehenden Antriebsmechanismus für die in dem horizontal laufenden Rade *w*, Fig. 132, auf und ab bewegbare Bohrspindel *p* trägt. Betrieben vom Vorgelege des Hauptkabels *k*, Fig. 1, Taf. VI, ist die Bohrspindel mit einem Klemmfutter *K* für das Arbeitsrohr, Fig. 132, versehen und hängt während der Arbeit durch Vermittlung einer Schelle *s* und zweier Hängeeisen an dem vorderen Teile des Bohrschwengels. Letzterer übernimmt, veranlaßt durch eine einfache Windevorrichtung, je nach dem Fortschreiten der Bohrarbeit nicht allein das allmähliche Sinken des Bohrgestänges, sondern auch dadurch, daß das rückwärtige Schwengelende mit einem entsprechenden Gegengewichte belastet wird, insoweit die Gewichtsausgleichung des Gestänges, daß der Druck der sich drehenden Bohrkrone auf das zu durchbohrende Gestein nur noch 250 bis 400 kg beträgt.

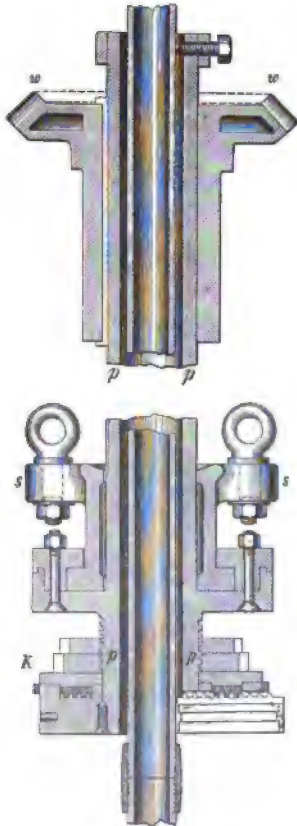


Fig. 132.  
Klemmvorrichtung.

Die Bohrspindel *p*, Fig. 132, hat in ihrem äußeren Umfange eine Nut, in welcher sich ein im Rade *w* befindlicher Stift führt, so daß die Spindel und mit ihr das Hohlgestänge an der Drehung des Rades teilnehmen muß, mit dem Vertiefen des Bohrloches jedoch niedersinken kann. Ist dabei

das obere Ende der Bohrspindel bis an das Getrieberrad *w* herangekommen, so wird das Klemmfutter *K* gelöst, die Bohrspindel, event. nachdem ein neues Stück Gestänge aufgesetzt ist, hochgeschoben, das Klemmfutter wieder mit dem Gestänge verschraubt und das Bohren fortgesetzt. Die Wasserspülung, in Fig. 1, Taf. VI, für drehendes Bohren mit der Schappe angedeutet, erfolgt mittels der an der Umtriebsmaschine angeschlossenen Pumpe *P*, das Rohr *R*, das Standrohr *S* und den Spritzenschlauch *T*. Beim stoßenden Bohren und beim Bohren mit Diamanten

wird der Spritzenschlauch am oberen Ende des hohlen Bohrgestänges angeschlossen.

Innerhalb 6 Tagen mit 100 Stunden wirklicher Bohrzeit wurde ein Bohrloch zunächst mit der Schappe auf 26 m Teufe niedergebracht, in ferneren 20 Tagen in 338 Stunden wirklicher Bohrzeit mit dem Hohlfreifallapparat weitere 42 m, endlich in 5 Monaten und 12 Tagen mit 1414 wirklichen Bohrstunden mittels Diamantbohren auf 1100 m vertieft<sup>1)</sup>.

Die gesamten Kosten der Anlage betragen nach einem Prospekte der Maschinenfabrik und Kesselschmiede von R. Wolf in Buckau bei Magdeburg rund 22000 *M.*

Zweckmäßige Verbesserungen der Köbrichschen Einrichtung hat die Firma Heinrich Lapp, Aktiengesellschaft für Tiefbohrungen, in Aschersleben, vorgenommen. Zunächst ist die Klemmvorrichtung *K* in Fig. 132 dadurch unnötig geworden, daß eine Vierkantspindel, welche durch das Zahnradgetriebe hindurchgeht, und welche der Länge nach durchbohrt ist, oben mit dem »Holländer« (drehbarer Spülkopf) und unten mit dem Bohrgestänge verschraubt ist, s. Fig. 133. Ist die Vierkantspindel abgebohrt, so wird sie nach dem Abschrauben vom Bohrgestänge hochgezogen und auf dieses eine Ergänzungsstange gesetzt.

Das Nachlassen der Vierkantspindel mit dem Bohrgestänge und der Diamantbohrkrone, sowie die Regelung des durch das Gestängegewicht verursachten Druckes wird durch eine sehr zweckmäßige, unter Nr. 85669 patentierte Einrichtung bewirkt. Sie gestattet die Ausgleichung des Gestänges mit möglichst kleinen Gegengewichten, welche leicht zu handhaben sind und eine genaue Regelung des Druckes auf die Diamantbohrkrone zulassen.

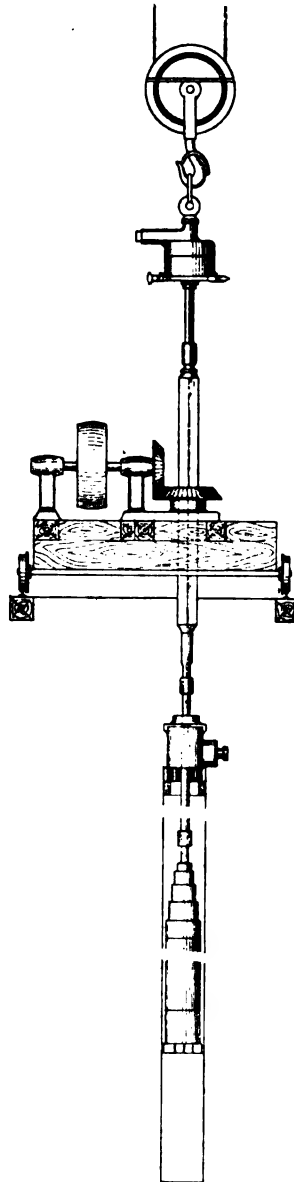


Fig. 133. Lapps Senkvorrichtung.

1) Wolf in Zeitschr. des Vereins deutsch. Ing. 1882, Bd. 26, S. 693.



Die Vorrichtung ist auf derselben Welle angebracht, auf welcher die Kabeltrommel *T*, Fig. 134 und 135, sitzt. Der Halbmesser dieser Trommel, auf welcher das Bohrseil oder die Bohrkette aufgewickelt ist, bilden den einen Hebel, der Arm *H* den andern. Je größer die Differenz dieser beiden Hebellängen gewählt wird, desto geringer wird die Last des Gegengewichtes.

An dem Ende *G* des Seiles oder der Kette *S* hängt das Bohrgestänge, welches durch seine Last beim Sinken die Trommel *T* in der Richtung *x*

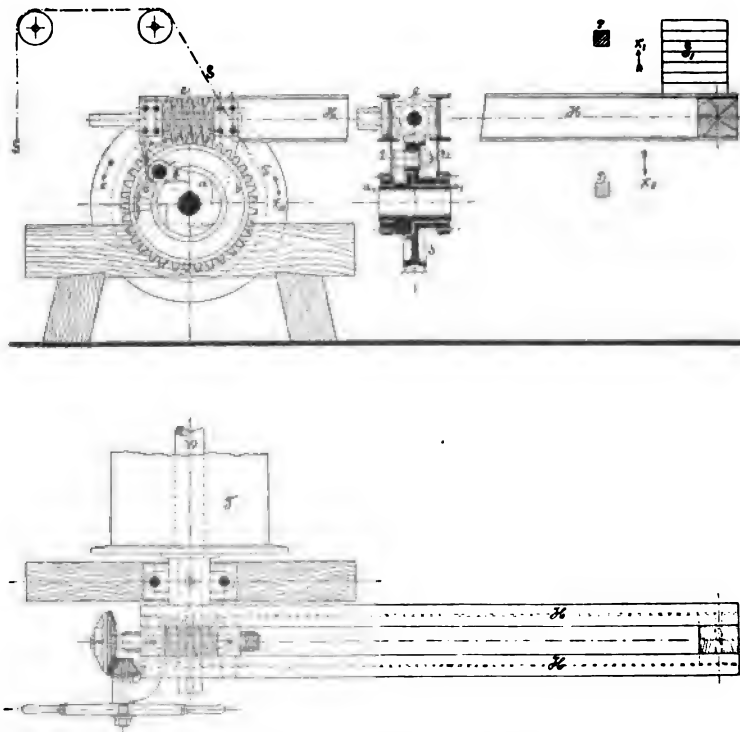


Fig. 134 u. 135. Lapps Nachlaßvorrichtung.

dreht. Auf der Trommelwelle ist das Sperrrad *a* befestigt, welches auf seinen verlängerten Naben das Schneckenrad *d* und die am Hebel *H* befestigten Seitenwände *q* und *q'* drehbar trägt. An demselben Hebel ist auch die Schnecke *e* drehbar befestigt.

Die an dem Schneckenrade *d* befestigte Sperrklinke *b* vermittelt, sobald sie eingeschaltet ist, die Verbindung des Sperrrades *a* mit dem Schneckenrade *d*, so daß dieses der Drehrichtung *x* folgt. Hierdurch nimmt der Hebel *H* mit dem Gewichte *G'* die Richtung *x'* an, bis er

den festen Punkt  $P$  erreicht hat. In diesem Augenblicke hört sowohl die Bewegung des Hebels  $H$ , als auch diejenige der Trommel  $T$  und des Seiles  $S$  auf. Wird nun die Schnecke so gedreht, daß das Schneckenrad  $d$  die Drehrichtung  $x$ , der Hebel  $H$  die Richtung  $x''$  annimmt, so kann ein weiteres Sinken des am Seilende  $G$  hängenden Bohrgestänges erfolgen. Wird nun während der Arbeit, bei welcher das bei  $G$  aufgehängte Gestänge sinkt, die Schnecke  $e$  so oft gedreht, daß der Hebel  $H$  zwischen den beiden festen Punkten  $P$  und  $P'$  schwebt, so findet ein gleichmäßiger Druck auf den Bohrer statt.

Entsprechend dem Bohrfortschritt wird der Hebel  $H$  schneller oder langsamer die Richtung  $x'$  annehmen, dabei aber durch Drehen der Schnecke  $e$  fortwährend nach der Richtung  $x''$  wieder zurückgehalten. Es ist also ein ununterbrochenes Nachlassen gleich der Länge der Vierkantspindel möglich, auch kann durch Druck auf den Hebel oder durch Drehen am Handrade jederzeit das Bohrgestänge angehoben werden.

Wird die Trommel  $T$  durch die Welle  $W$  in der Richtung  $x'''$  gedreht, so legt sich der Hebel  $H$  auf den festen Punkt  $P'$  und bei weiterer Drehung wird die Sperrklinke  $b$  durch die Zähne des Sperrrades  $a$  ausgehoben und durch die Feder  $c$  in dieser ausgehobenen Stellung festgehalten, so daß hierdurch die Trommel  $T$  je nach Erfordernis die Drehrichtung  $x$  oder  $x'''$  annehmen kann, ohne daß der Hebel  $H$  sich bewegt. Wird nun die Sperrklinke wieder eingeschaltet, so wird der Hebel  $H$  sofort der Drehrichtung der Trommel folgen.

**60. Fangwerkzeuge.** — Die bei Brüchen des Bohrgestänges gebrauchten Fangwerkzeuge sind in Fig. 136 und 137 dargestellt. Das letztere entspricht der Schraubentute beim Gestängebohren, 40, Abs. 8 und ist ein umgekehrter Trichter mit scharfen Schraubengängen an der inneren Wandung; das erstere ist eine stählerne Vaterschraube. Diese dient am häufigsten zum Herausziehen der Verrohrung, jene zum Fangen abgebrochener Bohrgestänge, zu welchem Zwecke man die Schraubentute mit dem Gestänge einhängt und auf das abgebrochene Stück aufschraubt, indem man beim Drehen Schraubengewinde einschneidet. Die letzteren sind in der Schraubentute in umgekehrtem Sinne gewunden als diejenigen des Bohrgestänges, so daß man die gebrochenen Stücke desselben losschrauben und zu Tage schaffen kann.



Fig. 136.  
Schraubentute.



Fig. 137.  
Schraubentute.

**61. Abreißen der Kerne.** — Köbrich hat zu diesem Zwecke nach dem Vorgange der American Diamond-Rock-Boring-Company eine sehr zweckmäßige Einrichtung getroffen.

Im Innern der Bohrkronen liegt ein nach oben stärker werdender loser, an einer Stelle aufgeschlitzter Stahlring *b*, Fig. 138. An der inneren Fläche befinden sich bei sehr festem Gestein und deshalb sehr glatten Oberflächen der Kerne mehrere mit Diamanten  $c_1$  besetzte Vorsprünge. Sobald die Bohrkronen angehoben wird, klemmt sich der Stahlring fest, die Diamanten dringen in den Kern hinein, der letztere wird bei einiger Kraftanwendung abgerissen und gleichzeitig mit der Bohrkronen zu Tage gebracht. Bei Gestein von mittlerer Festigkeit läßt man die Diamanten fort.

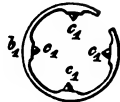
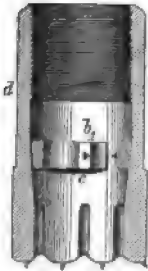


Fig. 138.  
Ring zum Abreißen  
des Bohrkernes.

**62. Dänisches Bohrverfahren.** — Dieses von Mortensen für eine Aalborger Gesellschaft eingeführte Verfahren entspricht insofern vollständig demjenigen von Fauvelle, als in ein System von zwei ineinander steckenden Röhren, dem Futterrohr und dem Hohlgestänge, mittels einer Handdruckpumpe ein Wasserstrom eingepreßt und zwischen beiden Röhren zum Aufsteigen gebracht wird.

In sehr milden, sandigen Gebirgsmassen wendet man sogar nicht einmal ein Bohrinstrument an, sondern läßt den Wasserstrom selbst als bohrendes Mittel wirken (Spritzbohrverfahren).

**63. Schmirgelbohren<sup>1)</sup>.** — Nach einem Vorschlage von Olaf Terp soll an Stelle der Diamantbohrkronen eine Schmirgelbohrkronen angewendet und derselben eine 4 bis 5 mal größere Umdrehungszahl gegeben werden. Der obere Teil des Bohrers besteht aus einem hohlen Zylinder von weichem Metall mit inliegendem Kernfänger, der untere Teil, der eigentliche Bohrschuh, aus demselben hohlen Metallzylinder, der aber hier mit Riefen versehen ist, in welche sich die lose auf die Bohrsohle geschütteten Schmirgelkörner während des Bohrens hineindrücken, so daß nicht der Zylinder, sondern das harte Gestein ringförmig ausgeschliffen wird, oder man stellt diesen Bohrschuh direkt aus solider Schmirgelmasse her.

**64. Das System Przibilla<sup>2)</sup>** mit immer engeren Hohlgestängen, welche als Futterröhren stehen bleiben, sowie mit Meißel und Fallinstrument ist mehrfach<sup>3)</sup> mit Erfolg angewendet, so in Diedenhofen (Elsaß-Lothringen), bei Herlen in Holland, Puertollano in Spanien, Staßfurt und Königshütte O./S.

1. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, S. 415.

2. Tecklenburg in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1881, S. 387. — Derselbe in Handb. d. Tiefbohrkunde. II. S. 9.

3. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1882, S. 556, 557.

Eine weitere Erfindung Przibillas ist dessen selbsttätiger Tiefbohrapparat<sup>1)</sup>. Derselbe ist so eingerichtet, daß er geübte Krückelführer und Zwischenmaschinen zur Bewegungsübertragung von der Kraftmaschine auf das (stoßend wirkende) Bohrgestänge entbehrlich macht und gestattet, irgend eine geeignete Kraftmaschine mit drehender Bewegung zum Bohren zu benutzen.

65. Das ältere Bohrverfahren von Fauck<sup>2)</sup> ist dadurch bemerkenswert, daß das stoßende Bohren mit steifem Hohlgestänge vermieden und ein Fabiansches Freifallstück zur Anwendung gebracht wird. Dasselbe ist ebenso wie das Untergestänge bis dicht über dem Meißel von einem Blechmantel umgeben. Innerhalb des letzteren gelangt das Wasser nach unten und steigt in der Verrohrung wieder empor. Um dieselbe nachsenken zu können, wendet Fauck einen exzentrischen Meißel an, Fig. 139, welcher als Erweiterungsbohrer unter der Verrohrung wirkt<sup>3)</sup>.

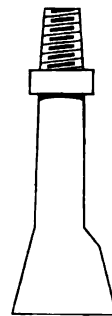


Fig. 139.  
Excentrischer Meißel  
von Fauck.

Mit Faucks Patent »Express« Bohrsystem<sup>4)</sup> kann man auch beim stoßenden Bohren in derselben Weise dauernd Kerne gewinnen, als es sonst nur beim Diamantbohren möglich war. Fauck verwendet dazu ein hohles Gestänge und einen der Länge nach von einem Kanal durchgezogenen Meißel, welcher an der Außenwand eingebuchtet ist. Durch den Kanal tritt Spülwasser ein und durch die Ausbuchtung aus, so daß die Bohrlochsohle stets frei von Schlamm ist. Der Bohrkopf wird, ähnlich wie bei der Kindschen Bohrbüchse, von einer Anzahl radial gerichteter Meißelschneiden gebildet. Um die beim Bohren stehen gebliebenen Kerne zu ziehen, wird die Spülung umgekehrt, sodaß die Kernstücke in der hohlen Bohrröhre emporsteigen. Das Bohren erfolgt mit einem Hube von nur 50 mm, aber mit einem sehr schnellen Gange. Die dabei erfolgenden Erschütterungen genügen, um den Bohrkern abzubringen und ein Festklemmen desselben im Gestänge-  
rohr zu verhüten.

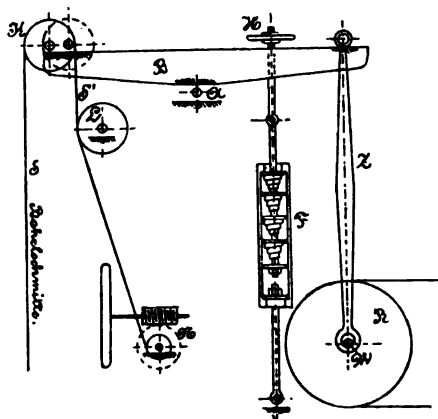
1) W. Schulz-Aachen in Glückauf. Essen 1888, S. 753. — Derselbe in Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1889, S. 79.

2) A. Fauck beschreibt in seinen Fortschritten in der Erdbohrtechnik, Leipzig 1885, S. 27, eine selbsttätige Freifallschere für Wasserspülung, welche auf demselben Prinzip beruht, wie die 25 erwähnte. Das zweibeinige Gestelle ist hier durch einen Blechmantel ersetzt; an demselben befestigte, unten abgeschrägte Keilschieber bewirken nahe dem höchsten Hub das Abwerfen der Flügelkeile eines Fabianschen Abfallstückes. — Osterr. Zeitschr. 1889, S. 24 (Beilage).

3) Kärntner Zeitschr. 1875, S. 8. — Dingers polyt. Journ. 1875, Bd. 216, S. 125. — Osterr. Zeitschr. 1874, S. 421. — Serlo, Bergbaukunde, 1884. I. S. 190.

4) Osterr. Zeitschr. für Berg- u. H.-Wesen vom 30. April 1898. Vereinsmitteilungen. — Berg- und Hüttenm. Zeitung 1899, S. 220.

Im wesentlichen besteht der neue Apparat aus einem Schwengel *B*, siehe Fig. 140, welcher bei *A* unterstützt ist und an dem einen Ende die zum Zweck der Freimachung des Bohrloches verschiebbare Kopscheibe *K*



**Fig. 140.**

trägt, über welche sich die beiden Seilstücke  $S$  und  $S'$  abwechselnd ab- und aufwickeln, der Zugstange  $Z$ , der exzentrischen Welle  $W$ , deren Exzentrizität nach Bedarf geändert werden kann, der Antriebsscheibe  $R$ , der Ausgleichsfeder  $F$  und der Nachlaßvorrichtung  $N$ , welche ein ganz genaues Nachlassen der Werkzeuge ermöglicht und zwar in der Weise, daß das ganze Gestänge immer gespannt bleibt, eine Bruchgefahr durch ein Knicken des Gestänges daher ganz ausgeschlossen ist.

Die große Schlagwirkung wird durch viele auf die Bohrlochsohle ausgeführte Schläge, bis 250 in der Minute, erzeugt. Die vielen Schläge werden durch einen kleinen Hub von 8 cm ermöglicht, und die große Wirkung jedes einzelnen Hubes für sich durch eine große Endgeschwindigkeit erreicht, welche dadurch entsteht, daß der Hub  $S$  durch die zwei sich abwickelnden Seilstücke  $S$  und  $S'$  doppelt so groß wird, wie der Hub bei  $W$ .

Der Kraftaufwand für den Antrieb wird auf ein Minimum herabgesetzt und zwar in der Weise, daß die Feder  $F$  der Zugstange  $Z$  beim Anheben des Werkzeuges behilflich ist. Die Feder kann nach Bedarf, je nach dem Gewicht des Bohrwerkzeuges durch das Handrad  $H$  mehr oder weniger gespannt werden, sodaß eine genaue Einstellung der Feder jederzeit möglich ist. Die Wirkung des niedergehenden Werkzeuges wird in keiner Weise durch die Feder beeinträchtigt, denn die lebendige Kraft des Werkzeuges wird durch die Feder nicht verringert. Der größte Teil der canadischen Bohranlage ist zur Umwandlung in eine Expreß-Bohranlage verwendbar.

**66. Bohrverfahren von Raky<sup>1)</sup>.** — Das Bohrverfahren von Raky ist ein stoßendes mit steifem Gestänge und kann sowohl mit, als ohne Wasserspülung angewendet werden. Die Bewegung des Bohrschwengels erfolgt durch Kurbelbetrieb, ähnlich wie bei dem amerikanischen Seilbohren. Die Kurbelscheibe *S*, Taf. VIII, Fig. 1, erhält ihre Bewegung durch einen Riemen *b*,

1, Glückauf, B.- u. H.-Wochenschr. 1896, S. 225. — Rückblick auf das Bergwesen der Pariser Weltausstellung 1900. Von Bergassessor Mellin zu Essen. S. 2.

welcher durch eine mittels Gegengewicht  $G$  eingedrückte Rolle  $P$  gespannt wird. Bei jeder Umdrehung wird diese Spannrolle durch ein an der Kurbelscheibe verstellbar angebrachtes Segment  $h$  ausgelöst, der Riemen wird schlaff, und das Gestänge kann ungehindert fallen. Gegengewicht und Spannrolle sitzen an einem Hebel, welcher bei  $f$  seinen Stützpunkt hat.

Der Bohrschwengel  $D$  ruht auf Federn  $l$ , welche in ihrer Stärke je nach dem Gestängegewichte eingestellt werden können. Durch diese Einrichtung werden die bei dem Bohren mit steifem Gestänge entstehenden Erschütterungen aufgehoben.

Je nachdem die Spannrolle mehr oder weniger fest angedrückt ist, wird das Gestänge mit wachsender Schnelligkeit gehoben, erreicht bei langsam fallender Geschwindigkeit seinen höchsten Punkt und fällt nach dem Auslösen der Spannrolle frei nieder.

Der Meißel bleibt in seiner tiefsten Ruhelage noch in einer gewissen Entfernung vor Ort stehen. Treibt man den Motor an, so bewegt sich der Meißel auf und nieder, ohne zunächst auf das Gestein zu treffen. Erst dann, wenn das niedergehende Bohrzeug den federnden Schwengel mit fortreißt, erfolgt der Schlag des Meißels auf die Bohrlochssohle.

Die Anzahl der Schläge in der Minute kann durch Verkürzen der Kurbel auf 80 und mehr gegenüber 50 bis 60 Schlägen bei dem canadischen Verfahren und etwa 30 bei dem Bohren mit Freifall gebracht werden. Der Hub des Schwengels beträgt, wie bei dem Expreß-Bohrsystem von Fauck, 8 bis 10 cm.

Auch kann man mit dem Rakyschen Verfahren rasch und leicht vom Wasserspülen zum Trocken- und zum Diamantbohren übergehen.

Das Rakysche Verfahren hat sich seit seiner Einführung in mildem Gebirge vielfach bewährt. Bei Quenstedt im Elsaß kostete ein Bohrloch von 367,60 m 11,09  $\text{M}$  für 1 m.

**67. Tiefbohrverfahren der Zeche Rheinpreußen<sup>1)</sup>.** — Der Zeche Rheinpreußen bei Homberg ist unter Nr. 104158 ein Patent auf eine »Einrichtung zum Nachlassen des Seiles für Tiefbohrer mit schwingender Seiltrommel« erteilt worden, welche sich bei neuerdings ausgeführten Bohrungen im Norden des Ruhrbezirks ganz außerordentlich bewährt hat.

Die Bohrmethode kennzeichnet sich als ein stoßendes Bohren mit steifem Gestänge am Seil ohne Bohrschwengel.

Das gleichzeitig zum Einführen des Spülwassers dienende Hohlgestänge ist über Tage mittels eines Seilwirbels drehbar am Seil befestigt. Das letztere ist vom Gestänge aus unmittelbar nach der in der Spitze des Bohrturms verlagerten Seilscheibe und von dieser abwärts nach der Seiltrommel geleitet, auf der es in einigen Windungen aufgewickelt ist. Diese Trommel kann in dreifacher Weise bewegt werden, nämlich:

<sup>1)</sup> Glückauf. Essen 1901, S. 753.

1) Drehend und das Seil aufwickelnd durch ein ausrückbares Vorgelege *i* (vergl. Fig. 141) von der Antriebswelle *e'* aus, welche ihrerseits durch Riementransmission von der Lokomobile angetrieben wird.

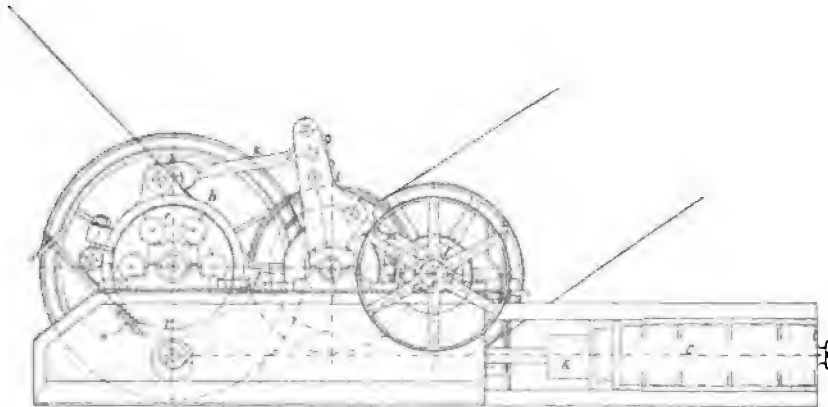


Fig. 141.

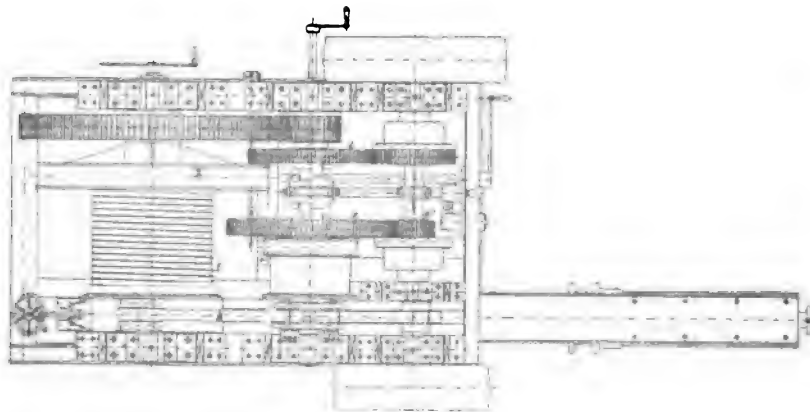


Fig. 142.

2) Drehend und das Seil abwickelnd durch Öffnen einer Bandbremse *x* (Fig. 142).

3) Hin und her schwingend durch eine Pleuelstange *k*, die von der rotierenden Welle *e'* mit Hilfe einer Kurbel, einer Pleuelstange *m* und einer Schwinge *l* bewegt wird (vergl. Fig. 141). Die Pleuelstange *k* greift nun nicht unmittelbar am Umfange der Seiltrommel an, sondern an einem Bande *b*, welches um das — mit der Trommel fest verbundene — Rad *r* gelegt ist. Um nun eine Bewegung der Seiltrommel relativ zu dem er-

wähnten Bande zu ermöglichen, ist eine Schneckenradeinrichtung in den Apparat eingeschaltet, so zwar, daß man das Rad  $r$  an seinem Umfange als Schneckenrad ausgebildet hat, während an dem Band  $b$  eine Schnecke  $a$  angebracht ist. Durch Drehen an dem mit der Schnecke verbundenen Handrade  $s$  kann demnach bei feststehendem oder schwingendem Band  $b$  eine Drehung der Trommel  $l$  veranlaßt werden. Durch die angegebene Einrichtung wird es ermöglicht, während des Bohrbetriebes, das heißt, während des durch die Pleuelstange  $k$  vermittelten Schwingens der Trommel, das Gestänge fortwährend nachzulassen.

Um nun die Welle  $e'$  zu entlasten und somit die Arbeit der Betriebsmaschine auf die Hub- und die Fallperiode gleichmäßig zu verteilen, ist das Gestängegewicht durch Dampfdruck ausgeglichen. Am untersten Punkte des Bandes  $b$  bei  $z$  greift nämlich eine zweite Stange an, welche mit einem Plungerkolben  $K$  im Zylinder  $C$  in Verbindung steht. Hinter dem Kolben wird Frischdampf aus der Betriebslokomobile gegeben. Der Druck dieses Dampfes, der durch Einschaltung eines Sicherheitsventils in die Zuleitung geregelt wird, unterstützt bei jedem Hube des Bohrers die Welle  $e'$ .

Soll nun nach dem Abbohren einer gewissen Länge ein neues Gestängerohr eingewechselt werden, so wird die Schnecke  $a$  durch ein einfaches Gelenk zurückgeschlagen und so vom Schneckenrad  $r$  abgenommen, das Vorgelege  $c$  wird eingerückt und das Seil nach Lösung des Seilwirbels aufgeholt. Hierauf wird ein neues Gestängerohr mit dem Wirbel am Seile angeschlagen und mit dem unteren, bereits eingelassenen Gestänge verschraubt, worauf das Bohren wieder beginnen kann.

Besonders vorteilhaft ist das Verfahren bei Ausführung der Verrohrung während des Bohrens. Da man nämlich nicht durch einen Balancier behindert ist, sondern den ganzen Bohrturm bis zu der Seilscheibe frei zur Verfügung hat, kann man weit längere Rohre — bis zu 15 m — einbauen als sonst möglich ist.

Die Tiefbohrungen, bei welchen das Verfahren angewendet ist, dienen zum Erschürfen des Steinkohlengebirges in der Umgebung von Recklinghausen und wurden in den oberen Teufen — von 500 bis 600 m — stoßend, weiterhin drehend mit Diamantbohrung ausgeführt.

Bei Beginn der Bohrungen wendete man Meißel von 225 mm Breite an und ging nach und nach herab bis zu 90 mm.

Über dem Meißel ist unterhalb der eigentlichen Gestängeröhren eine Schwerstange eingeschaltet. Die Hubzahl wird so geregelt, daß das Gestänge nach jedem Schlage immer schon angeholt wird, bevor sich die Stöße darin geltend machen können. Sie beträgt unter Zugrundelegung von 200 mm Hubhöhe bei Beginn der Bohrarbeit 80 in der Minute, womit bei Niedergang die Geschwindigkeit des freien Falles gerade erreicht sein soll. Bei größeren Geschwindigkeiten würde demnach der Bohrer noch während des Falles vom Seil wieder aufgefangen werden, bevor er die Bohrlochsohle erreicht hat. Bei weniger Hülen würde der Bohrer zu



lange Zeit nach dem Aufschlagen auf der Sohle verweilen, wodurch leicht Gestängebrüche veranlaßt werden könnten. Es muß hierbei bemerkt werden, daß die Anlage jedweder besonderen Federeinrichtung zum Ausgleichen der Gestängestöße entbehrt, daß vielmehr die geringe Federkraft des Bohrturms und des Seiles für ausreichend erachtet wird. Mit zunehmender Teufe wird die Hubzahl bis auf etwa 60 in der Minute vermindert.

Eine Duplexpumpe liefert 200 bis 500 Liter Spülwasser in der Minute.

Die erzielten Durchschnittsleistungen der beiden letzten Bohrungen, welche in der Bauerschaft Bockum bei Datteln in teilweise sehr festem Kreidemergel ausgeführt wurden, sind überraschend hoch, nämlich:

Bohrung I: Bei Schlagbohren in 30 Schichten zu 12 Stunden einschließlich Ruhezeit für die Arbeiter, 487 m, das heißt 16,2 m in der Schicht oder 32,4 m in 24 Stunden;

bei Drehbohren in 25 Schichten 193 m, das heißt 7,7 m in der Schicht oder 15,4 m in 24 Stunden.

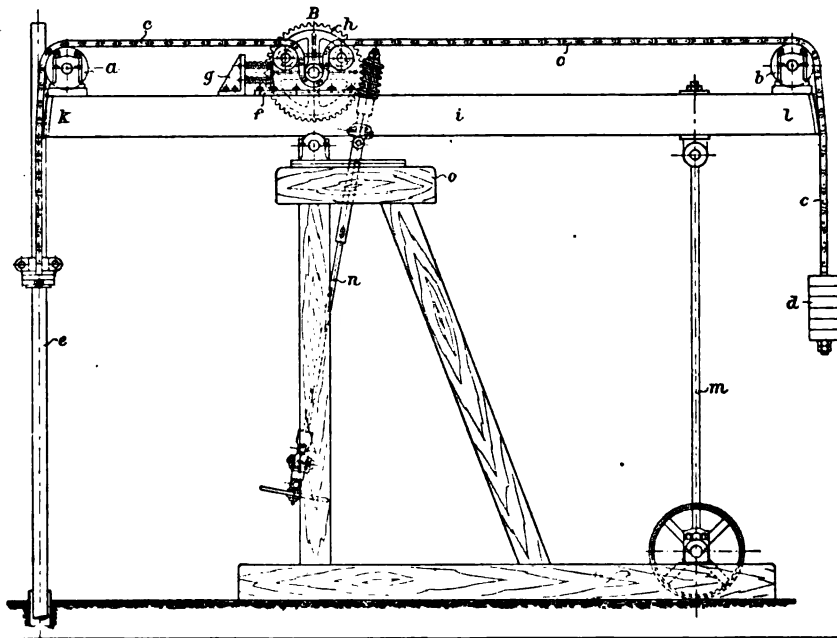


Fig. 143.

Bohrung II: Bei Schlagbohren in 23 Schichten 549,5 m, das heißt, 23,9 m in der Schicht oder 47,8 m in 24 Stunden;

bei Drehbohren in 29 Schichten 209 m, das heißt 7,2 m in der Schicht oder 14,4 m in 24 Stunden.

Das beschriebene Verfahren ist nicht allein für Tiefbohrzwecke, sondern auch zum Abbohren der Schächte IV und V der Zeche Rheinpreußen benutzt.

**68. Schnellschlag-Radial-Kurbelmeißelapparat.** — Unter diesem Namen hat die Firma Heinrich Lapp, Aktiengesellschaft für Tiefbohrungen in Aschersleben, einen Apparat konstruiert, welcher gleichfalls ohne Verwendung des Freifalls arbeitet, dabei aber selbst bei größter Gestängelast ein gleichmäßiges Nachlassen des Bohrgestänges gestattet und zwar derart, daß der Bohrer bei jedem Schlage mit gleicher Kraft die Bohrlochsohle trifft.

Die am 18. Januar 1899 patentierte Einrichtung soll durch eine neuere ersetzt werden, welche in Fig. 143 dargestellt ist. Dabei wird die auf- und niedergehende Bewegung des Bohrhebels  $i$  durch die Kurbelstange  $m$  bewirkt. Auf dem Hebel  $i$ , welcher auf dem Bock beweglich gelagert ist, wird das Windewerk  $B$  so angeordnet, daß es mittels der Schlittenführung  $f$  nach der Seite  $k$  des Hebels  $i$  verschiebbar ist. Über das Windewerk  $B$  und über die an den Enden  $k$  und  $l$  des Hebels  $i$  angeordneten Rollen  $a$  und  $b$  läuft eine Kette  $c$ , welche auf der einen Seite das Bohrgestänge  $e$  und auf der andern Seite das Gegengewicht  $d$  trägt. Mit dieser Vorrichtung wird nicht allein die Entlastung der Nachlaßvorrichtung, sondern auch die Ausgleichung des Gestängengewichtes bewirkt.

Die beim Hochgehen des Hebelendes  $k$  durch das Heben des Bohrgestänges etwa entstehenden und sich auf die Nachlaßvorrichtung übertragenden Stöße werden durch die am Winkel  $g$  angebrachten Federn aufgehoben.

## 5. Kapitel.

### Allgemeines über Tiefbohrbetrieb.

**69. Buchführung und Bohrproben.** — Zur Kontrolle der Bohrarbeit und damit die gewonnenen Resultate erhalten bleiben, müssen Bohrtabellen oder Bohrregister geführt werden, aus denen mindestens die Anzahl der Arbeitsschichten, die Leistung pro Schicht, die durchbohrten Gesteinsarten, sowie die durch Unfälle veranlaßte Arbeit und die dabei aufgewendete Zeit hervorgehen.

Bei den Bohrungen, welche von seiten des preußischen Staates ausgeführt werden, trägt man alles, was von Interesse sein kann, sorgfältig in Tabellen ein<sup>1)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 24, 25, 28, 31. — Huyssen, Beobachtungen über Temperatur in tiefen Bohrlöchern. Preuß. Zeitschr. 1888, Bd. 36, S. 352. — Köbrich, Über Messungen der Erdtemperatur in den Bohrlöchern zu Schladebach und Sennowitz. Preuß. Zeitschr. 1889, S. 171.

Um bei Temperaturmessungen <sup>1)</sup> in Tiefbohrlöchern den mit den früheren, u. a. von Köbrich angewendeten Methoden verbundenen großen Aufwand an Zeit und Geld zu vermeiden, hat Thumann in Halle a. S. in einem 1613 m tief gewordenen Bohrloche bei Oldau in der Lüneburger Heide ein Instrument angewendet, welches aus einem Holzstab besteht, in dessen Innern drei Thermometer angebracht sind. Der Holzstab steckt in einer, aus starkwandigem Rohr hergestellten zweiseitigen Hülse, welche mit einer anderen entsprechenden Hülse zusammengezogen und mit einem Kupfering gedichtet ist. Trotz des hohen Druckes war kein Wasser in die Hülse eingedrungen.

Die Thermometer werden weich in Wollfäden gebettet und ebenso der Holzstab zwischen weiche Polster gestellt.

Außerdem war die Hülse oben und unten mit zwei sich kreuzenden, als Führung dienenden Schwefelstäbchen versehen.

Die Hülse wird einfach ins Bohrloch eingesenkt und trifft auf der Sohle stets eine Lage Schlamm, die ein hartes Auffallen verhindert. Alsdann wird mit der Diamantkrone nach Abbrechen des Führungsstäbchens einfach weiter gebohrt und die Hülse mit dem Kerne herausgeholt. Da das Einlassen des Gestänges bei einem Bohrloch von so großer Tiefe 6 bis 10 Stunden erfordert, so haben die Thermometer vollauf Zeit, sich auf die Temperatur des Gesteins einzustellen. Beim Weiterbohren hat man nur darauf zu achten, daß die Temperatur der Spülflüssigkeit unter der zu messenden bleibt, um ein zuverlässiges Resultat zu erhalten.

Unter Umständen ist bei jedem Löffeln der Bohrschmand genau zu untersuchen. Die ausgewaschenen Proben müssen numeriert, mit Angabe der Bohrlochtiefe, aus welcher sie stammen, bezeichnet und in Gestalt einer Sammlung aufbewahrt werden.

**70. Leistungen, Kosten und Wahl der Bohrmethoden.** — Nach v. Seckendorf <sup>2)</sup> müssen bei Anwendung von Menschenkraft 314 m in 6 Monaten gebohrt werden können. Berechnet man die Arbeitszeit von 6 Monaten zu 4320 Stunden, so würde die tägliche Leistung etwa 3,14 m betragen.

Nach Rohr <sup>3)</sup> erforderte 1 m Bohrlochtiefe bei Anwendung des Fabianschen Freifallstückes 10 Std. 40 Min. reine Bohrzeit, sowie 11 Std. 25 Min. für Nebenarbeiten. Während der Bohrzeit wurden 2438 Schläge gemacht und 6,20 M Löhne verausgabt.

Eine sehr ausführliche Zusammenstellung der Kosten und Leistungen einer großen Anzahl von tieferen Bohrungen hat Tecklenburg <sup>4)</sup> veröffentlicht.

1, Thumann, Temperaturmessungen in Tiefbohrlöchern. Organ des »Ver- ein der Bohrtechniker«. Wien 1901, Nr. 20, S. 5.

2 Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 104.

3, Ebenda 1859, Bd. 7, S. 3.

4, Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1881, S. 345; 1882, S. 9—11, 32—34, 457.

Im allgemeinen gelten folgende Regeln für die zu wählenden Bohrmethoden<sup>1)</sup>:

- a. Für ganz mildes, jedoch ziemlich gut stehendes Gebirge und 100 bis 200 m Tiefe: Kleiner Durchmesser, drehender Bohrer am Gestänge.
- b. Für dasselbe Gebirge und größere Tiefe bei kleinem Durchmesser: Fauvelle-Köbrichsche Stoßbohrung mit Wasserspülung.
- c. Für sandig-thoniges Gebirge mit ganz lockerem Gefüge ist die vereinigte drehende und stoßende Wasserspülbohrung mit Nachpressung der Verrohrung angezeigt. (Dänisches Verfahren.)
- d. Für milde und mittelharte gut stehende Gebirgsarten ist die Rutschschere mit Seil (Pennsylvanien) und mit Holzgestänge (canadische Bohrmethode) bei mäßigem Durchmesser anwendbar.
- e. Bei mittelhartem und sehr hartem Gestein und bei mäßigem Durchmesser ist die Diamantbohrung angezeigt.
- f. Für größere Bohrlöcher und wechselndes Gestein ist der Freifallbohrer in seinen verschiedenen Ausrüstungen zu benutzen.

## Anhang.

### Herstellung von Bohrlöchern für verschiedene Zwecke des Bergbaubetriebes.

**71. Lösung alter Grubenbaue.** — Alte verlassene Grubenbaue sind gewöhnlich mit Wassern und bösen Wettern erfüllt, so daß es gefährlich ist, direkt in dieselben einzuschlagen. Hat man von dem Vorhandensein derartiger alter Baue keine Kenntnis durch Grubenrisse, so kann man dasselbe vermuten, wenn sich die Zuflüsse vermehren, in feinen Strahlen oder Nebeln hervortreten, sowie fauligen Geruch und Geschmack zeigen.

Um das plötzliche Einschlagen in alte Baue zu vermeiden, muß man vorbohren. Die Richtung der Bohrlöcher hängt davon ab, in welcher Gegend man die alten Baue vermutet.

Am einfachsten stellt man die Bohrlöcher durch Schlagen mit Fäusteln (zwei- und dreimännisch) her. Außerdem verwendet man zum Schlagen Rammen, welche an Ketten unter der Firste aufgehängt sind. Geht das Bohrloch seiger aufwärts, so erfolgt das Zurückziehen des Bohrers durch Haspel oder durch direktes Angreifen der Arbeiter an Seilen, während der Vorstoß durch ein Fallgewicht bewirkt wird, dessen Seil über Rollen geführt ist.

1) A. Fauck, Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885, S. 9.

Bei den in vorstehend beschriebener Weise hergestellten Bohrlöchern dringt nach erfolgtem Durchschlage mit den alten Bauen das gestaute Wasser durch das Bohrloch und bringt durch das Zurückschleudern des Meißels, sowie durch die gleichzeitig hervorbrechenden oder aus den vordringenden Wassern frei werdenden bösen Wetter die Arbeiter in Gefahr. Man hat sich dagegen durch eingebaute Sicherheitstüren zu schützen gesucht, welche den ersten Andrang aufnehmen und demnächst von oben nach unten angebohrt werden, um die Wasser allmählich abzapfen zu können.

Denselben Zweck verfolgt auch die von dem Maschinendirektor Friedrich in Clausthal konstruierte Harzer Maschine<sup>1)</sup>. Die Bohrstange geht durch eine Röhre, welche in das Gestein hineinragt, gut abgedichtet und fest verstrebt ist. Die Bohrstange hat an ihrem rückwärtigen Ende ringförmige Wulste und ruht in einer Gabel, welche mit einem am hinteren Ende einen Gewichtskasten tragenden Hebel in Verbindung steht. Durch Niederdrücken des Hebels wird der Gewichtskasten gehoben. Fällt derselbe nieder, so greift die Gabel hinter einen der Wulste und der Bohrer wird vorgeschlagen. Außerdem hat die Bohrstange einen konischen Zapfen, welcher in einen eben solchen, in der Röhre angebrachten Sitz gedrängt wird und dadurch dem Wasser nach erfolgtem Durchschlage den Ausgang versperrt.

Um jedoch das Wasser beliebig abzapfen zu können, befindet sich an dem Rohre ein Stutzen mit einem Ablaßrohre und einem Hahnverschlusse.

Will man das Wasser von bösen Wettern reinigen, so leidet man es durch einen Kasten, welcher mit passenden Ingredienzien gefüllt ist.

Das Prinzip, welches dieser Maschine zu Grunde liegt, würde sich jederzeit wieder verwenden lassen. Nur müßte das Vorschlagen des Bohrers mechanisch vollkommener, etwa durch eine Gesteinsbohrmaschine, erfolgen, wie es im Mansfelder Kupferschieferbergbau geschehen ist<sup>2)</sup>.

Sobald es sich aber um Lösung eines alten Baues durch Überbrechen handelt, bietet auch das Vorbohren nur eine beschränkte Sicherheit. Es kann dabei vorkommen, daß scheinbar unbedeutende Klüfte, die nur wenig Wasser bringen, sich plötzlich erweitern und einen Durchbruch des Standwassers verursachen, auch wenn man sich durch Vorbohren überzeugt hat, daß man sich noch weit unter dem alten Bau befindet. Wenn es irgend möglich ist, sollte in solchen Fällen darauf gehalten werden, daß vor Beginn des Überbrechens das Standwasser ausgepumpt wird.

---

1) Héron de Villefosse, Mineralreichtum, deutsch von Hartmann. 1882. Bd. 2, S. 209.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1884. S. 270.

**72. Wetterbohrlöcher.** — In steil einfallenden Steinkohlenflötzen ist man beim Pfeilerabbau genötigt, die übereinander liegenden streichenden Strecken beim Abteufen zu verbinden. Um die teure und wegen der darunter stehenden Arbeiter auch gefährliche Förderung der beim Abteufen fallenden Kohlen mit dem Haspel zu vermeiden, stellt man die Verbindung von unten nach oben, also durch Aufhauen her.

Dabei entsteht aber eine neue Gefahr, wenn das Flötz schlagende Wetter enthält. Dieselben sammeln sich bei ihrer Leichtigkeit in solchen Aufhauen an und machen dieselben dadurch leicht zu Herden größerer Explosionen.

Um diesen Übelstand zu beseitigen, stellt man die Verbindung zwischen den Abbaustrecken durch Bohrlöcher bis zu 500 m Durchmesser her<sup>1)</sup> und benutzt dazu auf den westfälischen Gruben die Apparate von Wegge und Pelzer, Munscheid, Gildemeister und Kamp, sowie von Hussmann<sup>2)</sup>.

Da derartige Wetterbohrlöcher weit schneller und billiger herzustellen sind, als Überhauen, so kann man sie in kurzen Entfernungen aufeinander folgen lassen, dadurch den Ortsbetrieben näher bringen und die Bewetterung der letzteren verbessern. Durch Erweitern von oben nach unten kann man außerdem derartige Wetterbohrlöcher leicht und gefahrlos als Fahrüberhauen einrichten.

**73. Der Bohrapparat von Wegge und Pelzer** war der erste derartige Apparat. Derselbe besteht aus einem Gußstahlzylinder (Bohrkrone) *K* (Fig. 144) mit verzahnter Peripherie, in dessen Zentrum sich ein Schlangen-

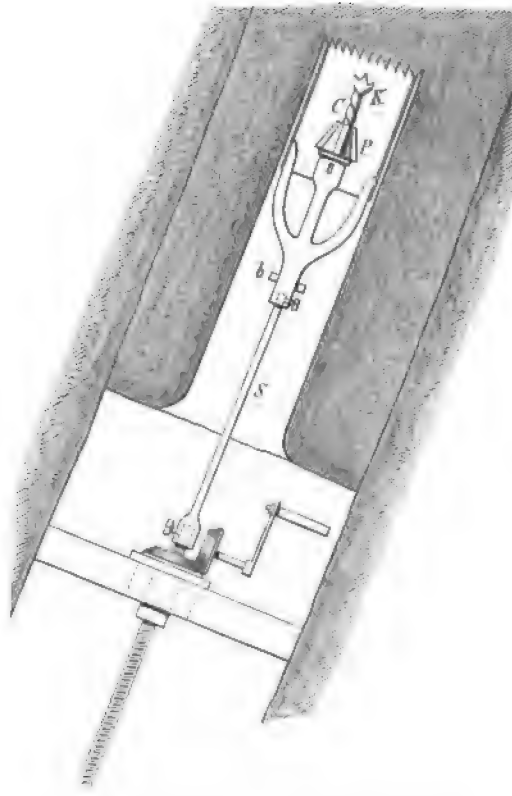


Fig. 144. Bohrapparat von Wegge und Pelzer.

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 255–258; 1880, Bd. 28, S. 237, 238.

2) Ebenda 1881, Bd. 29, S. 238.

bohrer *C* mit Konus *P* befindet. Die Bohrkrone wird an Bohrstangen befestigt, deren unterste eine Schraubenspindel ist. Diese geht bei der neueren Konstruktion durch eine in der Strecke verlagerte Schraubennutter hindurch, welche mittels eines Zahnrades und einer Kurbel gedreht wird. Indem dadurch die Schraubenspindel und die Bohrkrone gleichzeitig gedreht und nachgeschoben werden, bohrt die letztere einen Kern heraus, welcher aber durch den zentralen Schlangenbohrer und den nachfolgenden Konus fortwährend zersprengt wird und bei einem Einfallen des Flötzes von nicht unter 40° in Stücken aus dem Bohrloche herausfällt.

Ist eine Stange *S* abgebohrt, so wird sie an dem Dorne *b* mittels einer Gabel abgefangen, die Schraubenspindel gelöst, zurückgezogen und eine neue Bohrstange eingesetzt.

Auf Zeche Julius Philipp bei Bochum wurden in einem Falle (in Gegenwart der Beamten) von drei Mann in drei Stunden 9 m gebohrt.

**74. Bohrrapparat von Hussmann.** — Der Bohrer *e* dieser Maschine, Fig. 145, ist nach Art einer vierarmigen Krone gebaut, deren oberer Rand mit 12 abwechselnd ein und dreischneidigen Bohrmeißeln *g* besetzt und ebenfalls im Innern mit einem Teilungsbohrer *f* versehen ist, der den anstehenden Kern der Kohle zerkleinert.

Dem Bohrer wird die drehende und zugleich fortschreitende Bewegung durch einen Mechanismus erteilt, welcher von dem Rahmen *h* aufgenommen wird, dessen obere Brücke *i* zur Führung des Gestänges *j* dient.

Durch die beiden Handkurbeln *k* wird die doppelgängige Schnecke *l* getrieben, welche in ein Schneckenrad unter dem Übersetzungsverhältnis 10 : 1 eingreift. Letzteres dreht die Triebsschraube mittels eines eingesetzten Keiles, der in der Nut der Triebstange *n* sich so führt, daß diese sich frei durch das Schneckenrad hindurchbewegen kann. Die festgestellte Mutter *q* erteilt der Triebsschraube, welche Gewinde von 6 mm Steigung besitzt, zu der drehenden Bewegung noch eine fortschreitende.

Das schmiedeeiserne Hohlgestänge, auf welches der Bohrer *e* aufgeschraubt wird, ist durch die hohle Bohrstange *n* geführt und kann mit derselben durch den Stift *r* verbunden werden, zu welchem Zweck sowohl das Gestänge als auch ein auf die Triebsschraube aufgezogener Ring *s* durchbohrt ist.

Ist die Triebsschraube *n* ausgedreht, so wird das Gestänge durch die Stellschraube *t* angehalten, durch Lösen und Drehen der Mutter *q* die Triebsschraube gesenkt und von neuem mit dem Gestänge durch den Stift *r* verbunden, worauf nach Lösen der Stellschraube *t* das Bohren wieder beginnt.

Das Gestänge wird durch am unteren Ende anzuschraubende Stücke von 1 m nachgeführt und ist alle 500 mm durchbohrt.

Bei Anwendung der Maschine wird der Rahmen derselben mit zwei Klemmschrauben auf zwei in der Richtung des zu bohrenden Loches angebrachten Hölzern befestigt.

Der Preis einer Maschine für Löcher von 325 mm beträgt in der Fabrik von R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele, einschl. 1 Bohrer, aber ohne das Gestänge, 375 *M*, ihr Gewicht ca. 118 kg.

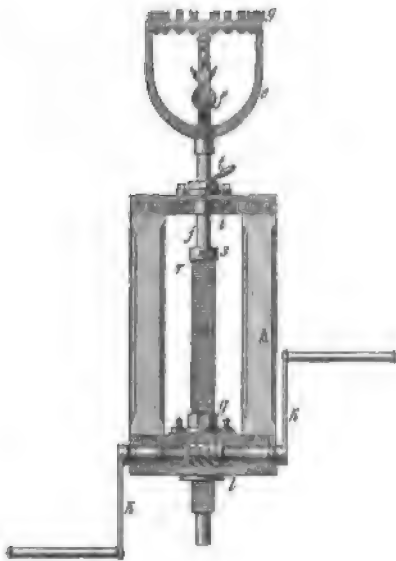


Fig. 145.  
Bohrapparat von Hussmann.

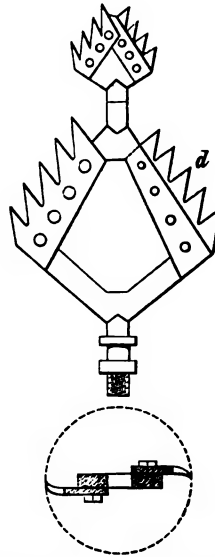


Fig. 146 u. 147. Bohrkopf des Apparates von  
Gildemeister und Kamp.

Auf der Zeche Ver. Bonifacius bei Gelsenkirchen wurden pro Schicht von 3 bis 4 Mann 9 bis 12 m gebohrt und betrugen die Kosten für 1 m bis 1,3 *M*, so daß die Maschine im Vergleich zur Handarbeit nicht nur 66 % billiger, sondern auch mit  $\frac{11}{12}$  Zeiteitersparnis arbeitet.

Ein weiterer Vorteil, welcher der Hussmannschen Maschine mit derjenigen von Wegge und Pelzer gemeinsam ist, ist der, daß sie, weil sie nicht die ganze Bohrlochfläche bearbeitet, nur  $\frac{1}{3}$  Staub und  $\frac{2}{3}$  Grobkohle liefert, was für die Gesundheit der Arbeiter ins Gewicht fällt.

75. **Der Bohrapparat von Munscheid** auf Zeche Friedlicher Nachbar bei Bochum unterscheidet sich von dem vorigen zunächst dadurch, daß die Bohrkronen keinen Kern ausbohrt, sondern das ganze Bohrort bearbeitet, sowie dadurch, daß das Vorrücken des Bohrers durch eine Feder bewirkt wird, welche man zu diesem Zwecke zu spannen hat.

Der Apparat erfordert zur Bedienung 3 Mann, welche bei mäßiger Anstrengung ein auch als Fahrrolle zu benutzendes Bohrloch von 7 bis 10 m Höhe und 48 cm Weite in 1 Schicht fertig stellen.



76. **Bohrapparat von Gildemeister und Kamp.** — Die Gestalt des Bohrkopfes *d* ist durch Fig. 146 und 147 in größerem Maßstabe als in Fig. 148 dargestellt. Der Bohrkopf ist auf eine Stange *C*, Fig. 146, geschraubt, welche auf einer, in der Federbüchse *R*, Fig. 149, befindlichen Scheibe mit dieser auf einer Spiralfeder steht.

Die im Hauptrohre *A* gleitende Federbüchse wird durch Anziehen eines an *b* angelegten Schraubenschlüssels, sowie durch Aufwickeln der bei *h* befestigten, über die Rollen *a* und *c* gehenden Kette gehoben, da-

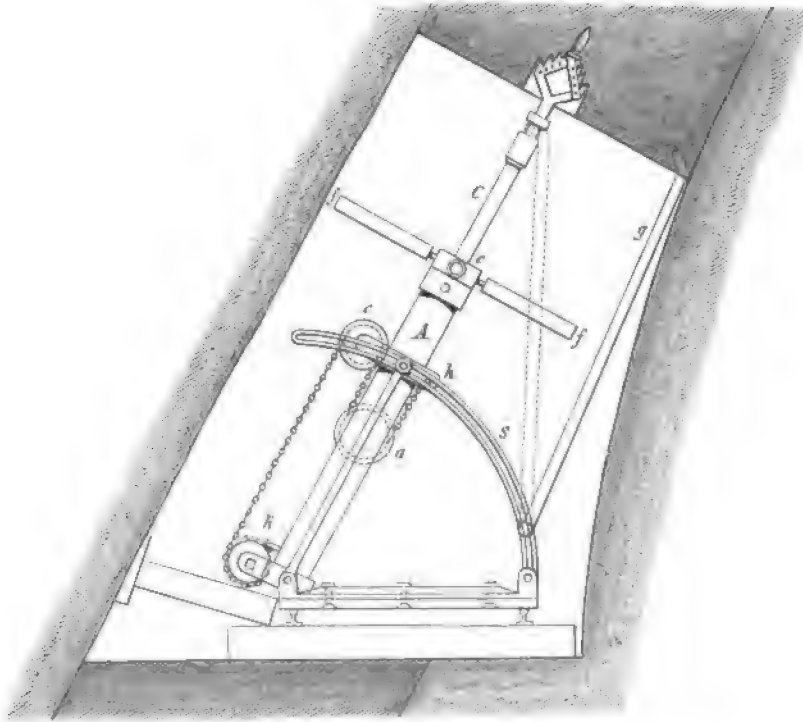


Fig. 148. Bohrapparat von Gildemeister und Kamp.

durch die Spiralfeder gespannt und der Bohrer vorgerückt. Die Sperrklinke *k* verhindert den Rückgang der Kette, die Rolle *a* hat ihren Drehpunkt im unteren Teile der Federbüchse und bewegt sich in einem Schlitz des Hauptrohres *A*.

Die genutete Stange *C* dreht sich mit der im Hauptrohre beweglichen Nuß *e*, so daß der Bohrer durch Drehung an den Handeln *f* eine entsprechende Bewegung erhält. Ist der Bohrer um die Länge einer Bohrstange (400 bis 500 mm) vorangeschritten, dann unterfährt man die unterste Bohrstange mit der Gabel *g*, wie durch punktierte Linien angedeutet

ist, läßt den Flaschenzug nach Lüftung der Klinke *k* zurückgleiten, zieht die Handel *f* ab und löst durch Drehung der Nuß *e* von rechts nach links die Stange *C* (Königsstange) vom Gestänge. Die letztere gleitet alsdann ebenfalls zurück und gestattet das Einsetzen einer neuen Stange. Nach Zurücklegen der Gabel *g* und Wiederanlegen der hohlen Handel *f* kann mit dem Anziehen des Flaschenzuges das Bohren wieder beginnen. Die Schleife *S* gestattet es, dem Bohrer jede beliebige Richtung zu geben.

Um in 'flach fallenden Flötzen das Herausfördern des Bohrmehles zu bewirken, bringen Gildemeister und Kamp an dem Bohrgestänge eine Schnecke an.

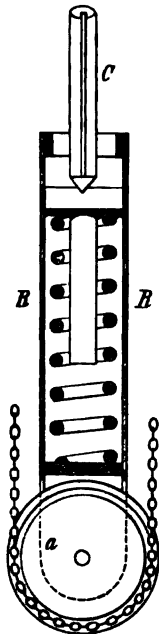


Fig. 149. Federbüchse.

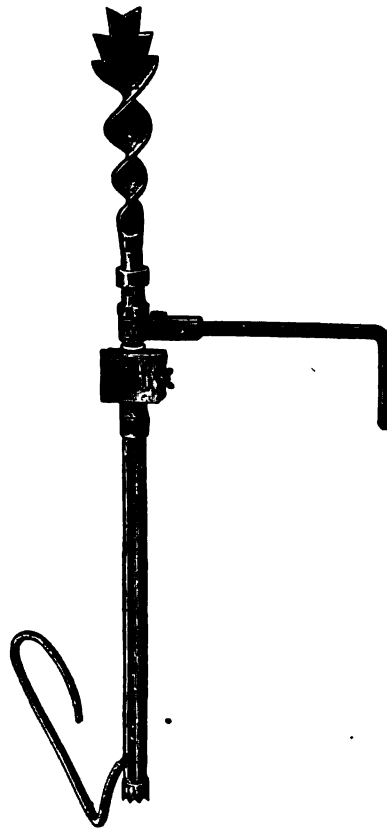


Fig. 150. Bohrmaschine von Happe.

Auf Zeche Westfalia bei Dortmund hat man mit einem Schlüsselmeister und 3 Mann in der achtstündigen Schicht 9 bis 11 m starke Pfeiler durchbohrt.

Im allgemeinen schwankte die Bohrzeit für 10,80 m Höhe und 250 mm Weite einschl. Aufstellung und Abrüstung des Bohrapparates zwischen 7 und 12 Stunden.

77. Die Überhauvorbohrmaschine von Friedr. Hüppe in Remscheid ist eine Abänderung derjenigen von Forster, welche in Saarbrücken Anwendung gefunden hat, s. Fig. 150. In eine hohle mit einem Schlitz versehene Röhre, deren unteres Ende zackig gestaltet ist, schiebt sich eine Schraubenspindel, nachdem sie durch eine am oberen Ende der Röhre befestigte zweiteilige Mutter hindurchgegangen ist. Das Drehen der Spindel und des mit ihr verbundenen Schlangenbohrers geschieht mit einer Bohrknarre. Bei flacher Lagerung bohrt man zweckmäßig mit Wasserspülung und sind zu diesem Zweck Spindel, Gestänge und Bohrer durchbohrt. An dem hinteren Ende der Spindel ist eine Stopfbüchse mit seitlichem Stutzen zur Anschließung an eine Wasserleitung mittels eines Schlauches angebracht. Die Mutter liegt in einem Kasten und ist damit gegen Verschmutzung und Abnutzung geschützt.

Die Maschine »Hüppe«, System M kostet ohne Wasserspülung 90 *M*, mit derselben 125 *M*, 1 m Hohlgestänge etwa 15 *M*.

Zwei Mann bohrten mit der Forstermaschine 4 bis 5 m in der Schicht, bei sehr harter Kohle indes nur 3 m.

78. Bohrlöcher verschiedener Richtung zur Untersuchung von Lagerstätten. — Die »Schlesischen Kohlen- und Kokswerke« haben auf ihren Gruben bei Gottesberg in Niederschlesien zur Untersuchung unbekannter, ziemlich steil aufgerichteter Flötzablagerungen mit gutem Erfolge horizontale Bohrlöcher von 45 mm Durchmesser an Stelle der teuren Untersuchungsquerschläge angewendet<sup>1)</sup>. Man bedient sich dazu einer Rootschen Diamantbohrmaschine, wie solche zu Malapane gebaut werden. Im Jahre 1881 wurde damit ein Bohrloch ins Liegende von 223,27 m Länge in 175 Arbeitstagen hergestellt, was nach Abrechnung der Nebenarbeiten pro Bohrtag einer Leistung von 1,43 m und mit Hinzurechnung derselben einer Leistung von 1,27 m entspricht. Ein anderes Bohrloch, welches ins Hangende gebohrt wurde, ergab pro Arbeitstag eine Leistung von 2,37 m. Die Kosten beliefen sich auf 10 *M* für 1 m.

In der Grube Silver Islet (Michigan) am Obernsee in den Vereinigten Staaten hat man mit Diamantbohrmaschinen und Bohrlöchern von 70 bis 80 m Länge eine umfassende Untersuchung der Erzführung des Ganges unternommen<sup>2)</sup>. Die Maximalleistung war 9 m pro Tag, die Gesamtlänge der Bohrungen in 5 Monaten 900 m.

Auf Schacht III-des Salzbergwerks Schmidtmannshall bei Aschersleben ist eine Bohrmaschine zur Untersuchung des Hangenden angewendet, mit welcher man mit 2 Mann in sehr kurzer Zeit 10 m bohrt. Die Maschine besteht aus dem Gestelle *a* (Fig. 151), der Betriebswelle *b*, der Handkurbel *c*, dem konischen Räderpaare *d* und *e*, dem Lager *f*, der Bohr-

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 307.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 406.

spindel *g* mit geteilter Mutter *h* und dem Bohrtische *i*. Die Bohrspindel *g* ist ihrer ganzen Länge nach mit einer Nut versehen, in welcher sich ein in dem Rade *e* befindlicher Stift führt<sup>1)</sup>.

Eine ähnliche, im Solbergwerk zu Plömnitz bei Bernburg viel angewendete Maschine mit 2 Kegelrädern und Handkurbeln aus der Fabrik von Heintzmann & Dreyer in Bochum leistete bei 3 Mann Bedienung in der ersten Schicht 9 m, in den folgenden Schichten, wegen der größeren Arbeit beim Verlängern des Gestänges, 7 und 6 m.

79. **Schwedische Diamantbohrmaschine für Handbetrieb**<sup>2)</sup>. — In Schweden bedient man sich seit 1887 einer von A. Craelius hergestellten Diamantbohrmaschine für Handbetrieb, Fig. 152, welche nebst 50 m Bohrgestänge, Druckpumpe und übrigen Zubehör nur 700 bis 750 kg wiegt.

Die Bohrkronen hat 35 mm äußeren und 24 mm inneren Durchmesser, bohrt also Kerne von 22 bis 23 mm Durchmesser.

Das Kernrohr, welches oben an die Diamantkronen geschraubt wird und den Bohrkern aufnimmt, ist 1 m lang. Ein anfänglich in demselben verwandter Kernbrecher erwies sich als überflüssig, da die erbohrten Kerne schon durch das Kernrohr selbst abgebrochen wurden.

Das Bohrgestänge *a* besteht aus 1,5 m langen Eisenröhren von 33 mm äußerem und 25 mm innerem Durchmesser.

Die Druckpumpe *b* führt durch den Gummischlauch *c* dem Bohrgestänge das Spülwasser zum Abspülen des Bohrschmandes und Kühlen der Bohrkronen zu. Es sind etwa 5 l Wasser pro Minute erforderlich.

Die Bohrspindel *d*, welche das Bohrgestänge in sich aufnimmt,

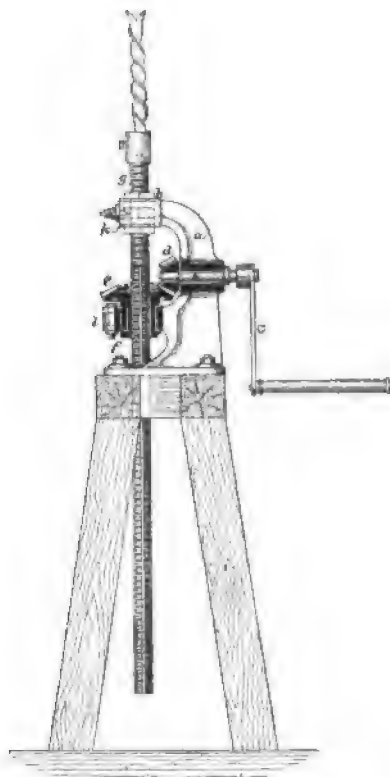


Fig. 151. Bohrmaschine auf Schmidtmannschacht bei Aschersleben.

1) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 38, S. 122.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1889, S. 452.

erhält die Drehung mittels des Getriebes *e* durch die beiden Kurbeln *f*. Bis 20 m Tiefe sind 2 Mann, darüber hinaus 4 Mann imstande, der Bohrspindel mit dem Gestänge 60 bis 70 Umdrehungen in der Minute zu erteilen, während Dampf oder Preßluft allerdings 200 bis 300 Umdrehungen bewirken können.

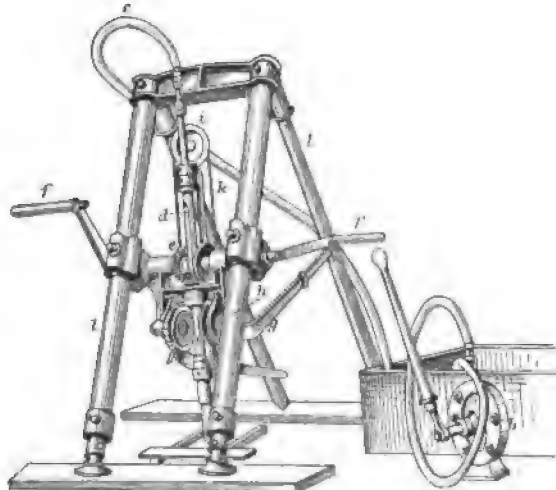


Fig. 152.

Die Vorschubvorrichtung beruht auf dem Hebel *g* mit dem Gegengewicht *h*. Der Hebel *g* ist durch das über die Rolle *i* führende Seil *k* mit dem Bohrgestänge verbunden.

Das Bohrgestelle *l* wird auf Unterlagen gesetzt und zur Feststellung mit Brettern belegt, sowie mit Steinen beschwert.

Zum Betriebe sind außer dem Bohrmeister anfänglich 3, später 5 Mann erforderlich. Mit dieser Belegschaft geht die Arbeit 8 bis 10mal schneller von statten, als Ortsbetrieb mit Häuern und haben die Gesamtkosten für ein Meter 22,70 bis 28,48 *M*, im Mittel 25,96 *M* betragen, während der Meterpreis beim Ortsbetrieb mit Einrechnung der Kosten für Abräumen der Berge meist 40 bis 45 *M* beträgt. Von den bis 1889 ausgeführten Bohrungen betrug die mittlere Tiefe 20 m, stieg aber in einzelnen Fällen bis auf über 70 m, indes verringert sich die Leistung bei größerer Tiefe bedeutend und verursacht unverhältnismäßige Kosten. Verrohrungen sind in den festen Gesteinen nirgends erforderlich.

Nach Nordenström<sup>1)</sup> wurden in der Zeit von 1887 bis 1891 in der 9- bis 10stündigen Schicht durchschnittlich 1,35 m gebohrt. Durch An-

1) Resultat of Diamantboormaskiners anwändning i malmgrufvor. Stockholm 1892.

wendung von Petroleummotoren stieg diese Leistung auf 4 bis 5 m. Die bisher erreichte größte Bohrlochteufe war 86,5 m, während die Gesamtkosten pro Meter von 23 bis 24 Kronen auf 18 bis 18½ Kronen gesunken sind. Zuletzt hat man auch mit elektrischer Betriebskraft zu arbeiten begonnen.

## Literatur.

### A. Drehendes Bohren in milden Gebirgsmassen.

Ottilliae. Das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der Preuß. Provinz Sachsen. Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7.

### B. Stoßendes Bohren mit Gestänge.

K. G. Kind. Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842.

A. Rost. Die deutsche Bergbohrschule. Thorn 1843.

Über den Kindschen Freifallapparat: Dingers polyt. Journal, 1845, Bd. 97, S. 310; 1845, Bd. 98, S. 166; 1846, Bd. 100, S. 365.

Bergwerksfreund. Eisleben 1846, Bd. 10, S. 813.

Über den Fabianschen Freifallapparat: Fabian in Karstens Archiv. Neue Reihe, 1848, Bd. 22, S. 206—214. — Berggeist. Köln 1886, Nr. 6.

v. Seckendorf. Die bei der Herzogl. Saline zu Schöningen im Herzogtum Braunschweig in den Jahren 1845—53 ausgeführten Tiefbohrungen nach Steinsalz. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate, 1854, Bd. 1.

Degoussée und Laurent. Anwendung des Erd- und Bergbohrers. Quedlinburg 1856.

Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858.

J. L. Kleinschmidt in St. Louis. Die Gewinnung des Petroleums in Nordamerika. Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1866, S. 299.

Lippmann. Petit traité de sondage. Paris.

Kästner. Die Tiefbohrung in Sperenberg. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate, 1872, Bd. 20, S. 286.

Léon Dru. Notices sur les appareils et outils de sondages. Exposition universelle en 1878. Mit Atlas.

L. Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbaues und der Eisenbahntechnik. 2. Aufl. Leipzig 1885.

Fauk. Fortschritte der Erdbohrtechnik. Leipzig 1888.

Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. I. Leipzig 1886.

### C. Stoßendes Bohren mit Seil.

K. W. Frommann. Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren mit Rücksicht auf artesische Brunnen. Coblenz 1835.

Kegel. Über den Seilbohrapparat von Mather & Platt. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate, 1873, Bd. 21.

- Althans. Das Seilbohren in Nordamerika. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im Preuß. Staate, 1877, Bd. 26.  
Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. IV, 1896.

#### D. Bohrverfahren mit Wasserspülung.

Nach Tecklenburg in Berg- und Hüttenm. Zeitung 1885. Nr. 4.

- v. Seckendorf. Über die beim Gebirgsbohren vorkommenden Schlämmarbeiten und die Mittel solche zu vervollkommen. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate, 1862B, S. 251.  
v. Eicken. Über das Niederbringen von Bohrlöchern und Schächten mittels eines durch das hohle Bohrgestänge geführten Wasserstroms. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate, 1866B, S. 177.  
Über die Anwendung hohler Bohrgestänge. Berg- und Hüttenm. Zeitung, 1866, S. 220.  
P. Jenson. Erdbohrverfahren mittels Wasser. The Engineer 1872. II. S. 138  
Allens hydr. Bohrrapparat. Engineering 1873. I. S. 330.  
Serlo und Stölzel. Notiz über die Bohrungen mit Wasserspülung von der Aalborger Gesellschaft für Bohrung von Brunnen. Z. f. d. B., H.- u. S.-W. im Pr. St. 1874B, S. 36.  
Hydraulischer Patent-Freifallbohrer der ersten österreichischen Bohrgesellschaft. Österr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen, 1874, S. 421.  
J. Noth. Hydraulischer Reaktions-Freifallbohrer am Bohrschlauche mit kontinuierlichem Bohrschlamm-auftrieb. Österr. Zeitschr. f. B.- u. H. 1874, S. 436, 447, 460, 499. — Dinglers polyt. Journ. 1875, Bd. 216, S. 122.  
Wagner. Bohrarbeiten mit hydraulischem Gestänge im schwimmenden Gebirge im Konzessionsfelde Gemeinschaft bei Aachen. Z. f. B., H.- u. S.-W. im Pr. St. 1876B, S. 1.  
Bohren von artesischen Brunnen mittels Wasserstrahls. B.- u. H. Ztg. 1876, S. 66. — Berggeist 1876, S. 77.  
Pieler. Neue Bohrmethode mit Wasserstrahl. Berggeist 1876, S. 245. — Zeitschr. d. V. deutscher Ingenieure, Bd. 20, S. 298. — Österr. Zeitschr. 1876, S. 256.  
Köbrich. Das Bohrverfahren mit Wasserspülung im schwimmenden und festen Gebirge und seine Anwendung zu Pürmallen bei Memel. Z. f. d. B., H.- u. S.-W. im Pr. St. 1877B, S. 285. — Freifallbohrer mit Wasserspülung. B. 291.  
Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung von Bertina. Gewerbeblatt für das Großherzogtum Hessen, 1880, Nr. 22.  
Köbrich. Neues Freifallinstrument zum Bohren mit Wasserspülung im festen Gestein. Berg- u. H. Ztg. 1878, S. 2.  
C. v. Balzberg. Freifallapparat mit hydraulischer Transmission und Schlamm-auftrieb. Österr. Zeitschr. 1878, S. 58.  
Köbrichs Hohlfreifallinstrument für Bohren mit Wasserspülung in festem Gestein. Dingler 1878, Bd. 227, S. 457.  
Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge von C. Sachse. Dingler Bd. 224, S. 282.  
Verbesserte Fauvellesche Bohrmethode. Berg- u. H. Ztg. 1881, S. 333.  
Tecklenburg. Übersicht der neueren Tiefbohrsysteme und ihre Stellung zu den älteren Methoden. Berg- u. H. Ztg. 1881, S. 385, 397.  
Hydraulischer Feifallbohrer von C. Hoppe. Berg- u. H. Ztg. 1881, S. 436.  
Brunnlechner. Über drehendes Bohren mit Schlamm-auftrieb (65 cm Anfangsdurchmesser). Österr. Zeitschr. 1882, Nr. 5, S. 54.  
P. van Dijk. Über Spülbohren (Aalborger Methode). Jaarboek v. h. Mijnwezen 11 (1882). Teil I, Techn. Abth., S. 5.

- A. Stoop. Der Pulsometer als Pumpe beim Spülbohren. *Jaarboek v. Mijnwezen* 11 (1882). Teil I, Techn. Abt., S. 74.
- Drehender Bohrer mit Schlammauftrieb. *Zeitschr. d. V. deutsch. Ing.* 1882, Bd. 26, Heft 10.
- Wolf. Über Tiefbohrungen. *Zeitschr. d. V. deutsch. Ing.* 1882, Bd. 26, Heft 12, S. 681. — *Der Gesundheits-Ingenieur*, 1882, 5, S. 517.
- Hydraulischer Freifallapparat zum Bohren von Tieflöchern. *Der praktische Maschinen-Konstrukteur* 1882, Bd. 15, S. 464.
- Tecklenburg. Der Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk für Tiefen bis zu 100 m. *Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St.* 1883 C, S. 345.
- Rotierender Erweiterungsbohrer mit Wasserspülung von Joseph Melichar in Zarnbeck bei Mährisch-Ostrau. *D. R. P. Nr. 26608 v. 6. Juli 1883.* — *Berg- u. H.-Ztg.* 1884, S. 535.
- A. Fauck. Selbsttätige Freifallschere mit Schlammauftrieb durch Wasserspülung. *Berg- u. H. Ztg.* 1884, S. 535.
- Th. Tecklenburg. *Handbuch der Tiefbohrkunde.* Bd. II, Leipzig 1887.
- Fauck. Die Petroleum-Bohrungen in Galizien. *Österr. Zeitschr.* 1887, S. 608.
- Derselbe. Neuerungen in der Tiefbohrkunde. Leipzig 1889.

### E. Das Diamantbohren.

- Über Leschots Bohrmaschine mit Diamantspitzen. *Revue universelle des mines*, Année 3, Livr. Mai et Juin 1863.
- Diamantbohrmaschine. *Dingler* 1870, S. 369.
- Bohrapparat von Leschot, Kolb u. a. *Dingler* 1874, Bd. 198, S. 368.
- Broja. Über die Anwendung des Diamantbohrers in England. *Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St.* 1873 B, S. 283.
- O. J. Heinrich. Über Tiefbohren mit dem Diamantbohrer. *Engineering and Mining Journal* 1874, Vol. 18, S. 17.
- Derselbe. Der Diamantbohrer für Tiefbohrungen, verglichen mit anderen Bohrsystemen. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers* 1874, Vol. II, S. 241.
- Die erste Tiefbohrung mit Diamantbohrer in Österreich. *Österr. Zeitschr.* 1874, S. 383, 391. — *Berggeist* 1874, S. 551, 561, 613, 619.
- M. W. Sauvage. *Note sur les appareils perforateurs à diamants aux États-Unis.* Paris 1875.
- Die Anwendung des Diamantbohrers zur Aufsuchung und Gewinnung. *Engineering and Mining Journal* 1875, Bd. 19, S. 1.
- Diamantbohrung auf der Grube Königin Luise in Oberschlesien (0,80 m obere Weite). *Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St.* 1875 B, S. 117.
- J. Noth. Über die beschränkte Anwendung und die Gebrechen der Erdbohrverfahren von Beaumont mit Diamanten und von Mather und Platt mittels Bandseil. *Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Ver. für Steiermark u. Kärnten* 1875, Jahrg. 7, S. 167, 247, 286.
- Derselbe. Erdbohrverfahren von Beaumont mit Diamanten und von Mather und Platt mittels Bandseilen. *Berg- u. H. Ztg.* 1876, S. 235, 259, 270.
- F. Rochelt. Über rotierendes Bohren im allgemeinen und speziell über das Diamant-Erdbohren. *Kärntner Zeitschr.* 1875, S. 186, 215.
- A. Lodin. Tiefbohrung bei Böhmischem-Brod. *Annales des mines* 1875. VII. Série, Tome 7, S. 479.
- H. Reich. Beschreibung der Diamantbohrung bei Böhmischem-Brod. *Dingler* 1875, Bd. 217, S. 93. — *Berg- u. H. Jahrb.* 1875, Bd. 23, S. 302.



- H. Ott. Die erste Tiefbohrung mit dem Diamantröhrenbohrer in der Schweiz. Österr. Zeitschr. 1875, S. 481. — Dingler Bd. 219, S. 173.
- Die Rheinfelder Tiefbohrung auf Steinkohle. Glückauf 1875, Nr. 4.
- A. Dupont. Mitteilung über die Diamanttiefbohrung zu Rheinfelden im Aargau. Annales des Mines 1875, Tome 8, S. 154.
- Täglichsbeck. Gußstahlbohrgestänge für Diamantbohrmaschinen. Berggeist 1876, S. 237. — Glückauf 1876, Nr. 30.
- F. von Ržiha. Die Diamant-Röhrenbohrung bei Böhmisches-Brod. Zeitschr. des österr. Ing.- und Archt.-Ver. 1. Heft, 1876.
- A. Hellmann. Über Diamanttiefbohrung. Berggeist 1876, S. 45.
- O. Heinrich. Tiefbohrung mit dem Diamantbohrer. American Min. Inst. Transact. 1876, 3, S. 183.
- A. Dieck. Über Diamant-Gesteinsbohrungen. Z. f. d. B., H.- u. S.-W. im Pr. St. 1876B, S. 183. — D. Bauztg. 1876, S. 405.
- L. Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbaues und der Eisenbahntechnik. Halle 1877.
- A. Fauck. Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers, m. 10 lith. Taf. Leipzig 1877.
- Diamantbohrung bei Aschersleben. Wochenschr. deutsch. Ing. 1877, S. 109.
- L. A. Riley. Costs and Results of geological explorations with the Diamond Drill in the Anthracite Region of Pennsylvania. Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. V, 1877.
- L. Ramdohr. Über Verwendung von Diamanten zu Tiefbohrapparaten. Zeitschrift d. V. deutsch. Ing. 1878, Bd. 22, S. 167.
- L. Strippelmann. Bohrmethode mit steifem Gestänge und Freifallstück und Diamant-Röhrenbohrung. Bohrungen zu Malkowitz bei Schlan und auf dem Weyherfeld bei Rheinfelden. Kärtn. Zeitschr. 1878, S. 3, 121.
- Derselbe. Die Fortschritte der Diamant-Bohrmethode bei Tiefbohrungen. Kärntn. Zeitschr. 1870, S. 141.
- Tiefbohrungen mit dem Diamantbohrsysteme ausgeführt von der Continental-Diamond-Rock-Boring-Company, Limited, London. Österr. Zeitschr. 1879, Nr. 2.
- Helmhacker. Kosten und Resultate der Diamantbohrungen, nach L. A. Riley. Berg- u. H. Ztg. 1880, S. 119.
- Baure. Über das Diamantbohrverfahren bei der Tiefbohrung zu Neuville. Annales d. mines 1880, VII, 16, S. 209.
- Bohrungen der Continental-Diamond-Rock-Boring-Company, Limited, London. Leipzig 1880.
- R. Wolf. Vortrag über Tiefbohrungen. Zeitschr. d. V. deutsch. Ing. 1882, S. 681.
- Tecklenburg. Chronologisch geordnete Übersicht einer Anzahl Tiefbohrungen. Berg- u. H. Ztg. 1882, S. 9 u. 32.
- Derselbe. Notizen über Tiefbohrungen. Ebenda S. 455.
- Derselbe. Weitere Notizen über ausgeführte Tiefbohrungen, Ebenda S. 655.
- Derselbe. Der Diamantbohrer für Bohrlöcher bis zu 70 m Länge. Ebenda 1883, S. 183.
- Derselbe. Der große Diamantbohrer für artesischen Brunnen der American Diamond-Rock-Boring-Company. Zeitschr. d. V. deutsch. Ing. Bd. 27 (1883), S. 518.
- M. C. Bullock. Manufacturing Co. 199 Lake Street in Chicago. Katalog (9) reich illustriert, Nachrichten und Zeichnungen über Diamantbohrmaschinen. Österr. Zeitschr. 1884, S. 568.
- Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. III. Leipzig 1889.
- E. E. Lungwitz. Wann und wie gebraucht man Diamantbohrer? Berg- u. H. Ztg. 1901, S. 149.

**Allgemeine Literatur über Tiefbohren.**

- Über eine Tiefbohrung mit hohlem Gestänge und Wasserstrom, von St. Manigler.  
Bull. de la soc. de l'ind. min. (III) 1, S. 779.
- E. Gad. Apparat zum Bestimmen des Streichens und Fallens von Gebirgsschichten in Bohrlöchern. Dingler 270, S. 163.
- H. Tweddle. Bohren und Absinken von Brunnen. Engineering Bd. 46, S. 199.
- E. Gad. Der neue artesische Brunnen auf der Place Hébert zu Paris. Dingler 370, S. 252.
- Derselbe. Neuere, in Nordamerika mit Diamant-Bohrmaschinen ausgeführte Bohrungen. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, S. 217.
- Derselbe. Über den heutigen Stand der Tiefbohrtechnik. Glasers Annalen 23, S. 211.
- W. Schulz. Przibillas selbsttätiger Tiefbohrapparat. Glückauf 1883, S. 754.
- Erdbohrer. Zeitschr. d. V. deutsch. Ing. 1889, Bd. 33, S. 688.
- E. Gad. Neuerungen in der Tiefbohrtechnik. Dingl. 272, S. 242, 373; 273, S. 151, 246.
- Diamant-Bohrmaschine von Thos. Docwra & Sohn. Berg- u. H. Zeitg. 1888, S. 463.
- F. Gad. Verbesserte Diamantbohrmaschine. Österr. Zeitschr. 1888, S. 605.
- Grand Eury. Über das Canadische Bohrverfahren. Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1888, S. 98.
- Über Przibillas automatischen Bohraparat mit Wasserspülung. Revue univ. (III) 4, S. 117, 293.
- E. Gad. Neuerungen in der Tiefbohrtechnik. Dingler 271, S. 289.
- A. Fauck. Die Unzulänglichkeit mancher Bohrmethoden. Berg- u. H. Zeitg. 1889, S. 31.
- W. Schulz. Tiefbohr-Apparat für Kurbelbetrieb mit Wasserspülung. Zeitschr. d. V. deutsch. Ing. Bd. 33 (1889), S. 79.
- Poetschs Bohrmaschine. Eng. and Min. J. Bd. 49, S. 707.
- G. Nordenström, übersetzt von H. Orth. Über das Diamantbohren in Bergwerken Schwedens. Revue univ. des mines (III) 10, S. 312.
- Derselbe. Über die Anwendung von Diamant-Bohrmaschinen (mit Handbetrieb) zu Untersuchungen in Erzgruben. Jernk. Annal. 1889, S. 61. — Österr. Zeitschr. 1889, S. 497. — Berg- u. H. Ztg. 1889, S. 389.
- E. Windakiewicz. Bohrtechnische Notizen. Berg- u. hüttenm. Jahrb. (Leoben) Bd. 37, S. 115.
- Nutzen des Diamantbohrens. Berg- u. H. Ztg. 1889, S. 390.
- E. Gad. Neuerungen in der Tiefbohrtechnik. Dingler 275, S. 124.
- Derselbe. Die elektrische Diamant-Schürfbohrmaschine von Sullivan. Dingler 275, S. 317.
- A. Fauck. Der erste Versuch, im festen Porphyr ein großes Bohrloch abzutiefen. Österr. Z., Vereins-Mitt. 1890, S. 12. — Glückauf 1890, 196.
- E. Gad. Neuerungen in der Tiefbohrtechnik. Dingler 275, S. 385; 278, S. 154; 281, S. 52.
- P. Stein. Beitrag zur Gegenüberstellung von Rutschere und Freifallinstrument.
- F. von Ržiha. Kosten von Tiefbohrungen. Österr. Z. 1890, S. 85.
- E. Gad. Schwedische Diamantbohrmaschine für Handbetrieb der »Svenska Diamantbornings-Aktiebolag« in Stockholm. Berg- u. H. Ztg. 1889, S. 451.
- Leo. Die Verwendung von Hand getriebener Diamant-Bohrmaschinen in Schweden zu Untersuchungen unter Tage. Dingler 275, S. 131.
- Dr. Huyssen. Die Tiefbohrung im Dienste der Wissenschaft. Sonderabdruck aus den Verh. des VIII. deutschen Geographentages zu Berlin 1889.

- Preiskurant für Schürf- und Tiefbohr-Einrichtung von Fauck & Co. Wien III. Geologengasse 8. III. Aufl. 1901.
- Raveauds Bohrmethode. Berg- u. H. Ztg. 1901, S. 272.
- Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. V. Leipzig 1893 (Horizontal- und Geneigtbohren u. s. w.).
- Rakys Tiefbohr-Verfahren. Glückauf, B.- u. H. Wochenschr. 1896, S. 225.
- Faucks »Rapid-Bohrverfahren«. Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen vom 30. April 1898.
- Th. Tecklenburg. Die Bohrtechnik in ihrer historischen Entwicklung bis zu ihrer gegenwärtigen Bedeutung. Bergbau 13, S. 6.
- G. C. Mc. Farlane. Bestimmung der Abweichung der Bohrlöcher. Eng. a. Min. Journ. 68, S. 341.
- A. Fauck. Die neue Richtung der Tiefbohrtechnik. Stahl u. Eisen 1899, S. 1184.
- Przibilla. Verwendung von Druckluft beim Bohrbetrieb. Stahl u. Eisen 1899, S. 1184.
- W. Woiski. Über einige neuere Bohrsysteme. Glückauf 1900, S. 909. — Österr. Zeitschr. 1900, S. 611.
- A. Saupe. Bohrvorrichtung mit drehender Bewegung der Bohrkronen zum Bohren in senkrechter Richtung. D. R. P. Kl. 5 a. 128 599.
- Trauzl & Co. Schwengelloser Bohrbetrieb. D. R. P. Kl. 5 a. 129 929.
- H. Thumann. Temperaturmessungen in Bohrlöchern. Glückauf 1901, S. 1105.
- Th. Tecklenburg. Doppeltwirkende Bohrlochpumpe der Fürther Tiefbohr- und Pumpenbauanstalt. Glückauf 1901, S. 869.
-

## Zweiter Abschnitt.

### Häuer- oder Gewinnungsarbeiten.

---

**1. Erklärung.** — Unter Häuer- oder Gewinnungsarbeiten versteht man diejenigen bergmännischen Arbeiten, welche den Zweck haben, die Fossilien so weit aus ihrem natürlichen Zusammenhange zu lösen, daß sie der Förderung übergeben, d. h. behufs ihrer Nutzbarmachung zu Tage geschafft werden können.

#### 1. Kapitel.

##### Allgemeines und Gedinge.

**2. Gewinnbarkeit, Spannung, Härte.** — Den größeren oder geringeren Widerstand, welchem man bei Ausübung der Gewinnungsarbeiten begegnet, nennt man Gewinnbarkeit. Dieselbe wird im wesentlichen von zwei Umständen, nämlich von der Spannung und von der Härte des Gesteins beeinflusst.

Spannung ist derjenige Widerstand, welchen ein Gebirgsstück der Gewinnung vermöge des Zusammenhanges mit seiner Umgebung, Härte dagegen derjenige Widerstand, welchen eine Gebirgsart dem Eindringen spitzer oder scharfer Gezähestücke entgegensetzt.

Während sich der letztere Widerstand in jedem kleinsten Stückchen, z. B. beim Ritzen mit dem Messer zeigt, macht sich der erstere nur im ganzen bemerklich.

Am klarsten wird der Unterschied bei der Sprengarbeit. Der Bohrmeißel hat die Härte, das Sprengmaterial die Spannung zu überwinden.

Die Spannung ist am größten, wenn der Zusammenhang des zu gewinnenden Gebirgsstückes mit seiner Umgebung am vollkommensten ist, und umgekehrt. Sie hängt somit ab:

- 1) von der Größe, Anzahl, Gestalt, sowie Lage und Richtung der freien Flächen des zu gewinnenden Gebirgsstückes,
- 2) von der Weite und Form der Grubenräume,

3) von der Zerklüftung und

4) von der Härte des Gesteins.

Freie Flächen sind diejenigen Begrenzungsebenen eines Gebirgsstückes, an denen dasselbe nicht mit dem umgebenden Gestein verwachsen ist. Es gehören hierhin also zunächst die dem Auge und der Hand zugänglichen Gesteinsflächen, z. B. der Ortsstoß. Sind die Flächen, welche den Ortsstoß zusammensetzen, bezw. das zu gewinnende Gebirgsstück umgeben, groß, sind sie ferner zahlreich und endlich eben, nicht rundlich, gewölbeartig und ineinander übergehend, so ist die Spannung gering.

Nach vorstehender Erläuterung kann man aber unter die freien Flächen auch die Schichtungsflächen, Schlechten oder Schlichten rechnen und wird es hiernach sofort klar, welchen Einfluß die Zerklüftung auf die Größe der Spannung haben muß.

Die Weite der Räume steht mit der Spannung in einem ähnlichen Zusammenhange, wie die Länge eines an beiden Enden eingemauerten Balkens zu seiner Bruchfestigkeit.

Die Form der Räume kommt insofern in Betracht, als man bei der Gewinnung von Gebirgsstücken aus Ecken eine große Spannung zu überwinden hat.

Der Begriff »Festigkeit« fällt nicht ganz mit Härte zusammen. Bei dem Worte Festigkeit hat man weniger ein beliebiges kleinstes, aus seinem natürlichen Zusammenhange gelöstes oder gelöst gedachtes Gesteinsstück im Auge, sondern man meint damit den von Härte und Spannung gebildeten Widerstand, welchen das Gebirge im ganzen der Gewinnung einzelner Teile entgegensetzt.

**3. Grade der Gewinnbarkeit.** — Die jetzt noch gültige, von Werner in Freiberg gewählte Einteilung der Fossilien nach ihrer Gewinnbarkeit in fünf Klassen ist:

Rollig — Mild — Gebräch (Schneidig) — Fest — Höchstfest.

Rollig sind alle Fossilien, deren Teile wenig oder gar keinen natürlichen Zusammenhang unter sich haben, wie Sand, Gerölle, sowie bereits gewonnene Fossilien, wie Berge, Kohlen, Erze.

Mild bis Höchstfest sind alle Gebirgsarten, welche dem Eindringen spitzer oder scharfer Gezähstücke weniger oder mehr Widerstand entgegensetzen.

Milde Gebirgsarten sind Lehm und Ton, gewisse Kohlen u. s. w.

Gebräch oder schneidig sind Tonschiefer, Stein- und Braunkohlen u. s. w.

Fest: Sandstein, Grauwacke, Kalkstein u. s. w.

Höchstfest: Schwefelkies, Quarz, kieselige Konglomerate.

Von dem bei der Gewinnung entstehenden Widerstande hängt zunächst die Art und Wahl der Gewinnungsarbeiten, sowie der Gezähe, aber auch die Stellung der Gedinge, d. h. desjenigen Preises ab, zu welchem man eine bestimmte Leistung von dem Arbeitnehmer kauft.

**4. Stellung der Gedinge<sup>1)</sup>.** — Die Stellung der Gedinge gründet sich hauptsächlich auf zwei Faktoren:

- 1) auf das Lohn, welches ein Arbeiter pro Schicht verdienen soll;
- 2) auf die Leistung, welche unter den maßgebenden Umständen zu erzielen ist. Dabei sind hindernde Nebenumstände, wie matte Wetter, Wasserandrang u. s. w., gleichfalls zu berücksichtigen.

Das Arbeitslohn richtet sich im wesentlichen nach den Lebensbedingungen der betreffenden Gegend, in erster Linie nach den Preisen für Wohnung und Lebensmittel, sodann aber auch nach Angebot und Nachfrage in Bezug auf Arbeitskräfte.

Die Leistung soll nach der durchschnittlichen Leistungsfähigkeit der heimischen Arbeiter beurteilt und hiernach im allgemeinen das Gedingegeld bemessen werden, wobei der außergewöhnlich tüchtige und fleißige Arbeiter imstande ist, mehr als das Normallohn zu verdienen. Es ist nicht gerechtfertigt, diesem das normale Gedingegeld herabzusetzen, weil er mehr zu leisten vermag.

Um an diesem Grundsatz aber auch wirklich festhalten zu können, sind mehrere Vorbedingungen erforderlich.

Zunächst muß für eine allmähliche und gründliche Anlernung der jüngeren Mannschaft gesorgt werden. Es ist nicht zweckmäßig, eine Kameradschaft nur aus ungeübten Leuten zu bilden. Außerdem weist diese Rücksicht auf die Notwendigkeit hin, einen seßhaften Arbeiterstamm zu schaffen, zu welchem Zwecke man den Arbeitern Gelegenheit gibt, sich in der Nähe der Grube Haus und Hof zu erwerben. Auch in jeder andern Beziehung soll man bestrebt sein, das leibliche und geistige Wohl der Arbeiter und ihrer Familien zu fördern.

Im besonderen aber muß der Grubenbeamte die mittlere Leistungsfähigkeit der Arbeiter in den verschiedensten, durch die Gewinnbarkeit des Gesteins und durch etwaige Nebenumstände (starken Wasserandrang, matte Wetter u. s. w.) bedingten Verhältnisse mit Sicherheit beurteilen können, ebenso wie der Kaufmann imstande sein muß, sich durch Prüfung einer Ware ein richtiges Urteil über deren Wert zu bilden. Besitzt der Grubenbeamte diese Fähigkeit nicht und werden die Gedinge, wie es mitunter vorkommt, lediglich auf Grund von Probeleistungen geschlossen, dann kann der Grube durch die naturgemäß ihren Vorteil verfolgenden Arbeiter eine große Mehrausgabe erwachsen, besonders in solchen Bergwerksrevieren, wo der Grad der Gewinnbarkeit des Gesteines häufig wechselt.

Auf manchen Gruben wird es den Arbeitern überlassen, die Gedinge zu stellen, indem man diese an die mindestfordernde Kameradschaft vergibt (Submission), was aber nicht empfehlenswert erscheint.

**5. Generalgedinge.** — Unter Generalgedinge versteht man solche, die für größere Zeiträume oder für größere Summen von Maß- oder

---

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1860, S. 367.

Gewichtseinheiten abgeschlossen werden, z. B. für einen ganzen Querschlag, für den Abbau eines ganzen Pfeilers u. s. w. — ähnlich, wie einem Unternehmer der Bau eines fertigen Hauses oder einer Eisenbahn übertragen wird.

Es ist klar, daß bei einem solchen Gedinge der Arbeiter seine höchste Kraft einsetzen wird, da ihm das Gedinge nicht herabgesetzt werden kann.

Andererseits hat er als Unternehmer einer derartigen Arbeit ein gewisses Wagnis zu tragen. Es können im Gedinge unvorhergesehene Umstände eintreten, welche es dem Arbeiter längere Zeit hindurch unmöglich machen, den nötigen Lebensunterhalt zu verdienen. Da aber Arbeiter selten oder nie in der Lage sind, einen solchen Ausfall zu übertragen, so ist die gewöhnliche Folge, daß am Gedinge zugelegt werden muß, — ein Herabsetzen desselben beim Eintreten besonders günstiger Umstände kann kaum vorkommen.

Es folgt daraus, daß Generalgedinge zwar nicht in allen Fällen, wohl aber da sehr zweckmäßig anzuwenden sind, wo man alle auf die Gewinnbarkeit einwirkenden Umstände für das ganze Gedinge mit möglichster Sicherheit beurteilen kann.

**6. Prämiengedinge.** — Prämiengedinge sind solche, bei denen das Gedinge nach einer Skala steigt. Entweder zahlt man nach Erreichung einer gewissen Leistung für alle Einheiten (Meter, Förderwagen u. s. w.) einen höheren Gedingesatz, oder man läßt diesen erst bei einer höheren Zahl von Einheiten eintreten, steigert ihn auch wohl beispielsweise von Meter zu Meter.

**7. Eilgedinge (Parforcegedinge)** sind solche, bei denen die höchste Anstrengung der besten Arbeiter unter steter, zuverlässiger Aufsicht, dafür aber nur auf kurze Schichtdauer verlangt wird. Nach Ablauf derselben müssen frische Mannschaften bereit stehen und die Arbeit ohne jeden Aufenthalt mit derselben Anstrengung fortsetzen. In solchen Fällen empfiehlt es sich, zu allen Nebenarbeiten, z. B. Herbeischaffen der scharfen und Entfernen der verschlagenen Gezähe, Herrichten der Patronen bei Sprengarbeit, Zurückschaffen des gewonnenen Gebirges u. s. w., entweder besondere, aus dem Gedinge zu bezahlende Leute, oder die Gedingearbeiter selbst in der Weise anzustellen, daß aus jeder Schicht 1 Mann für die erste Hälfte der folgenden und ein anderer für die zweite Hälfte der vorhergehenden Schicht diese Nebenarbeiten besorgt. Da die Dauer derartiger Schichten nicht über 6, bei sehr eiligen, nassen oder durch schlechte Wetter behinderten Arbeiten nicht über 4 Stunden betragen darf, so haben die Arbeiter, wenn die Reihe der Nebenarbeiten an sie kommt, im ganzen 9 bzw. 6 Stunden zu arbeiten.

**8. Massen- und Zollgedinge.** — In Kohlengruben unterscheidet man Längen- oder Metergedinge, und Massen- oder Kohlengedinge. Jenes wird für Gesteinsarbeiten, dieses für Abbaue, beide zusammen für Streckenbetrieb in der Lagerstätte angewendet. Wollte man im letzteren Falle nur Massengedinge (bei welchem gewöhnlich 1 Förderwagen, seltener das Ge-

wicht als Einheit genommen wird) geben, so würden die Arbeiter die Kohlen nicht nur vor Ort, sondern auch an verbotenen, überhaupt an solchen Punkten zu gewinnen suchen, wo es ihnen bequem scheint, also entweder dadurch, daß sie die Strecken zu breit hauen, oder gar an solchen Stellen, wo die Kohle schon abgedrückt ist, also in Überhauen u. dergl. Bei reinem Längengedinge würde dagegen stets darauf zu achten sein, daß die Strecken nicht zu schmal aufgehauen werden.

Beim Abbau von Erzgängen sind Längen- oder Massengedinge nicht immer anwendbar, weil die Ausfüllung und Mächtigkeit der Gänge zu sehr wechselt, und die zufälligen Einwirkungen auf die Gewinnbarkeit (z. B. bei starker Zerklüftung) sich einer genauen Beurteilung entziehen. Hat man überdies mit jüngeren, noch ungeübten Arbeitern zu tun, denen das selbstständige Ansetzen der Bohrlöcher noch nicht anvertraut werden kann, so empfiehlt sich zur Vermeidung der Schichtlohnsarbeit das Zollgedinge, bei welchem für einen gewissen Geldbetrag innerhalb einer bestimmten Schichtdauer eine gewisse Anzahl Bohrlöcher von vorgeschriebener Tiefe verlangt wird und wobei ferner die Grubenbeamten Ansatzpunkt und Richtung der Bohrlöcher anweisen.

**9. Stückkohलगedinge.** — Lediglich Gedinge auf geförderte Stückkohlen zu geben, für die Kleinkohlen aber nichts zu vergüten, empfiehlt sich nicht, denn einmal bleibt dabei zu viel Kleinkohle in der Grube, wodurch die Entstehung von Grubenbrand begünstigt wird, und außerdem entstehen in den Förderwagen, wenn sie lediglich mit Stückkohlen gefüllt sind, zu große Hohlräume, so daß beim Umladen in größere Transportgefäße leicht Fehlmaß vorkommt. Man zieht es deshalb in der Regel vor, das Gedinge für Kohle allgemein festzusetzen, so daß die Arbeiter auch an der Förderung von Kleinkohlen Interesse haben, oder man gibt für Stückkohle ein höheres Gedinge, damit die Arbeiter ihr Augenmerk auf Erhöhung des Stückkohlenfalles richten.

**10. Erlernen der Gedingestellung.** — Häufiges und sorgfältiges Vergleichen verschiedener Gedinge verschaffen die Fähigkeit, ohne weiteres alle auf die Gewinnbarkeit einwirkende Umstände richtig zu erkennen und danach das Gedinge in zutreffender Weise zu stellen.

Am einfachsten ist die Gedingestellung bei Arbeiten in Steinkohlenflötzen, schon deshalb, weil in einem und demselben Flötz selten wesentliche Veränderungen in der Gewinnbarkeit eintreten.

Wenn zwei Häuer in einer Schicht 1 m tief schrämen und die unterschränte Kohle hereinbänken können, ein Mann für die Schicht einschließlich aller Abgaben für Knappschaftskasse, Öl, Sprengstoff u. s. w. 3,50  $\mathcal{M}$  verdienen soll, so ist der Gedingepreis für 1 m = 7  $\mathcal{M}$ . Hiervon kann ein Teil als Metergedinge bleiben, der Rest als Kohलगedinge für 1 Förderwagen gegeben werden.

Muß noch Sohle oder Firste nachgenommen werden, so hat man bei Stellung des Metergedinges darauf Rücksicht zu nehmen.



Auch bei Gesteinsarbeiten in den Kohlengruben ist das Stellen der Gedinge meistens nicht sehr schwierig; denn häufig hat man, wie bei den Abteilungsquerschlägen, immer wieder mit denselben Gesteinsschichten zu tun und kann frühere Gedinge ohne weiteres zum Anhalt nehmen. Aber auch in Hauptquerschlägen, wo man die Gesteinsschichten vorher nicht kennt, ist der Wechsel in der Gewinnbarkeit, wenn nicht feste Konglomerate oder Schichtenstellung u. s. w. in Betracht kommen, selten ein großer, da im wesentlichen nur zweierlei Gesteinsarten, Sandstein und Schiefer, zu berücksichtigen sind.

In den älteren Gebirgsformationen des Gangbergbaues ist dagegen der Wechsel in der Gewinnbarkeit des Gesteins ungleich häufiger und schroffer, in erster Linie im Ganggestein, aber auch im Nebengestein. Beide sind durchschnittlich an und für sich fester, außerdem aber auch noch vielfach mit einem Netz von Quarz- und Kalkspatadern durchzogen.

Überhaupt bewegt man sich beim Gangbergbau — abweichend vom Flötzbergbau — meistens innerhalb einer größeren, nach ihrer Gewinnbarkeit besonders zu beurteilenden Anzahl von Gesteinsschichten.

Die Stellung der Gedinge erfordert deshalb beim Gangbergbau eine größere Übung und ist im allgemeinen schwieriger als beim Flötzbergbau. Der mit der erforderlichen Erfahrung noch nicht ausgestattete, angehende Grubenbeamte kann in folgender, dem weiter oben angeführten Beispiel ganz entsprechenden Weise verfahren.

Zunächst wird das für ein Einbruchsloch geeignete Geschick ausgesucht und sodann abgeschätzt, wie tief nach Abschießen desselben der Einbruch werden wird. Sodann ist zu ermitteln, mit wieviel Bohrlöchern dieser Einbruch auf die ganze Ortsfläche verbreitet werden kann und wie viele Bohrlöcher danach für 1 m Ortslänge erforderlich sein werden. Ist außerdem bekannt, wieviel Löcher 1 Mann pro Schicht bohren kann und wieviel er in derselben, einschl. aller Abzüge verdienen muß, so läßt sich das Gedinge leicht berechnen.

Ist z. B. die abgeschätzte Einbruchstiefe 20 cm, die Anzahl der Bohrlöcher für diesen Einbruch = 24, also diejenige für 1 m Ortslänge  $\frac{100}{20} \cdot 24 = 120$ , nimmt man ferner an, daß 1 Häuer für die 8stündige Schicht 4 Löcher bohrt und einschließlich aller Abzüge 3,50  $\mathcal{M}$  verdienen soll, so ist der Preis für 1 m =

$$\frac{120}{4} \cdot 3,50 = 105 \mathcal{M}.$$

Kann der Häuer bei großer Härte nur 3 Löcher in der Schicht bohren, so wird das Gedinge:

$$\frac{120}{3} \cdot 3,50 = 140 \mathcal{M}.$$

Bei einer Einbruchstiefe von 25 cm und einer Anzahl von 15 Bohrlöchern, also von  $\frac{100}{25} \cdot 15 = 60$  für 1 m Ortslänge würde unter sonst gleichen Umständen der Gedingepreis  $\frac{60}{4} \cdot 3,50 = 52,50 \mathcal{M}$  betragen.

Das richtige Abschätzen der Löcherzahl wird dem Ungeübten allerdings einige Schwierigkeiten bereiten, es muß jedoch vorausgesetzt werden, daß jeder Grubenbeamte durch eigenes Handanlegen das Ansetzen der Bohrlöcher gründlich erlernt hat und somit auch die Schwierigkeiten beim Abschätzen der Löcherzahl bald überwindet.

---

## 2. Kapitel.

### Häuer- oder Gewinnungsarbeiten.

**11. Einteilung.** — Je nach der Gewinnbarkeit hat man für die Gewinnung der Fossilien folgende verschiedene Häuerarbeiten oder Gewinnungsarbeiten anzuwenden:

- 1) Wegfüllarbeit,
- 2) Keilhauenarbeit,
- 3) Arbeit mit Schlägel und Eisen,
- 4) Hereintreibarbeit,
- 5) Sprengarbeit,
- 6) Feuersetzen,
- 7) Arbeit mit Zuhilfenahme von Wasser.

### 1. Wegfüllarbeit.

**12. Anwendung.** — Die Wegfüllarbeit wird bei rolligen Gebirgsmassen angewendet, bei denen nur ein geringer, oder gar kein Zusammenhang vorhanden ist, — Sand, Seifenwerke, Gerölle, bereits gewonnene Erze, Kohlen, Berge u. s. w.

**13. Gezähe.** — Die bei der Wegfüllarbeit nötigen Gezähe sind: Schaufel, Kratze und Trog, Krale oder Kräl, Spaten.

Die Schaufel besteht aus Blatt und Stiel, das Blatt aus Eisen oder Stahl. Dieses ist je nach örtlicher Gewohnheit und dem Zwecke der Schaufel eckig, zugespitzt oder abgerundet, eben oder muldenförmig gebogen, kleiner oder größer.

Am Blatte befindet sich das für die Aufnahme des Stiels bestimmte Schaufelöhr (die Schaufeltülle), welches mittels einer allmählich verlaufenden Rippe mit dem Blatte zusammengeschweißt ist. Das Öhr bezw. der runde Schaufelstiel stehen zum Blatte unter einem Winkel von ca. 140°, damit der Arbeiter in möglichst aufrechter Stellung arbeiten kann. Zu demselben Zwecke wendet man auch wohl gebogene Stiele an.

Die Kratze ist entweder eine Krückenkratze oder Spitzkratze. Die erstere (Fig. 153 und 154) besteht aus einem trapezförmigen, etwas gebogenen Blatte von etwa  $1\frac{3}{4}$  kg Gewicht, 26 bis 40 cm unterer Länge und 10 bis 20 cm Höhe. Das an dasselbe angeschweißte Öhr dient zur Aufnahme des Helms, welches halbrund ist, in der Mitte einen Haken und am Ende eine »Nase« hat, um beiden Händen beim Anziehen einen festen Halt zu geben.



Fig. 153.

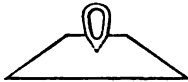


Fig. 154. Krückenkratze.

Wenn eine Kratze mit der Unterkante des Blattes auf einer ebenen Fläche steht, so ist das Blatt etwas nach hinten geneigt und das Helm hat eine aufrechte Stellung.

Das Arbeiten mit der Kratze geschieht in der Weise, daß man mit einer Spitze des Blattes von der Seite her in die rolligen Massen eindringt und dieselben in den Trog zieht.

Der Trog ist ein flach muldenförmiges Gefäß aus Holz oder Eisenblech, auch wohl aus Weidengeflecht (Schwinge). Je nach dem Gewichte der zu verarbeitenden Massen haben die Tröge verschiedene Größe.

Der Trog wird mit der Vorderkante etwas unter das rollige Gebirge geschoben und von dem Arbeiter so auf die Füße gelegt, daß die Vorderkante gerade auf dem Boden aufliegt. Die Arbeit mit Kratze und Trog ist zweckmäßiger, als diejenige mit Schaufel, wenn die wegzufüllenden Massen nicht unmittelbar beim Fördergefäße liegen, oder durch weites Werfen mit der Schaufel zu sehr zerkleinert werden würden, ferner in engen und niedrigen Räumen und besonders beim Einfüllen von grobem, rolligem Gebirge, welches nicht auf ebener Sohle liegt, bei welchem also das Eindringen der Schaufel in die Zwischenräume des Gebirges wegen der geraden Schneide des Schaufelblattes schwieriger ist, als mit den Spitzen der Kratze. In allen andern Fällen ist die Schaufel vorzuziehen, weil die Arbeit mit derselben im allgemeinen bequemer ist.

In Wirklichkeit ist jedoch die örtliche Gewohnheit auf die Wahl des einen oder andern Gezähstückes von großem Einfluß, sodaß man in vielen Bergwerksgegenden die Arbeit mit Kratze und Trog nur dem Namen nach kennt und die Schaufel durchweg anwendet.

Die Spitzkratze (mit einem herzförmigen Blatte) hat mehr den Zweck einer Rodehaue und wird lediglich über Tage zur Gewinnung von Ziegel-lehm und dergl. benutzt.

Die Krale oder der Kräl ist ein mit kurzem, hölzernem Stiele versehener Rechen aus Schmiedeeisen mit starken Zinken, deren Zwischenräume im Durchschnitt etwa 4 cm betragen. Sie wird in Verbindung mit

Trog oder Schwinge viel auf Kohlengruben gebraucht, wenn man mit der Schaufel zu weit werfen müßte, um den Förderwagen zu erreichen, oder wenn man gröbere Stücke aus dem Haufwerke herausholen will. Die Kleinkohle bleibt dabei zurück und wird für sich, eventuell mit der Schaufel verladen (Stückkohlungedinge).

Der Spaten findet fast nur bei Arbeiten über Tage Anwendung.

## 2. Keilhauenarbeit.

### A. Handarbeit.

**14. Anwendung.** — Nur bei milden Gebirgsmassen, wie Letten, Lehm, Raseneisenstein, Torf, Galmei, erdigen Braunkohlen und milden Steinkohlen, auch bei härteren Kohlen und schwachen Flötzen, wird die Keilhauenarbeit als selbständige Gewinnungsarbeit angewendet, im übrigen ist sie eine Hilfsarbeit, und zwar in ihrer wichtigsten Anwendung, dem Schrämen und Schlitzen, für die Hereintreibe- oder für die Sprengarbeit.

**15. Gezähe.** — Die dabei nötigen Gezähe sind:

- 1) Die Keilhaue in ihren verschiedenen Formen,
- 2) der Spitzhammer,
- 3) der Schrämspieß.

**16. Die Keilhaue.** — Die Keilhaue, in ihrer ursprünglichen Form jedenfalls eines der ältesten bergmännischen Gezähstücke, hat dreierlei Arten:

- a) die einfache Keilhaue,
- b) die doppelte Keilhaue,
- c) die Keilhaue mit Einsatzspitze oder Einsatzblatt.

Die einfache Keilhaue (Fig. 155) besteht aus Blatt, Spitze (Örtchen) und Auge. Das Blatt wird aus Eisen angefertigt und an der Spitze verstäht. Sein Querschnitt ist am zweckmäßigsten ein rechteckiger und die Form eine gebogene, derart, daß die durch das Blatt und das Örtchen gehende Schwerlinie mit einem Bogen zusammenfällt, dessen Mittelpunkt im Ellbogen des die Keilhaue führenden Arbeiters liegt; bei Nichtbefolgung dieser Regel gibt die Keilhaue Prellschläge. Nur diejenigen Keilhauen, welche zum Ausputzen der Ecken des Schrams dienen sollen, werden mit stumpfem oder rechtem Winkel zwischen Blatt und Helm hergestellt.

Das Örtchen darf nicht in eine Spitze gezogen sein, sondern muß eine Fläche von 1 mm Seite bilden, weil die Spitze sich sonst zu rasch abnutzen oder leicht abbrechen würde.

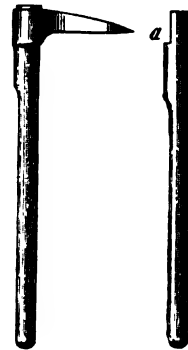


Fig. 155. Fig. 156.  
Einfache Keilhaue.

Das Gewicht einer einfachen Keilhaue beträgt etwa 2,75 kg, schwankt aber zwischen 0,6 bis 4 kg. Die leichteren dienen zum Schrämen.

Einfache Keilhauen mit Doppelspitze, wie sie im Saarbrücker Revier versuchsweise angewendet sind, haben sich für feste Kohle ebensowenig bewährt, als solche mit einer kleinen querstehenden Schneide.

Das Auge oder Öhr der Keilhaue soll trapezförmig und unten abgerundet sein. Die Rückseite des Öhrs, der Nacken, wird durch eine aufgeschweißte Stahlplatte verstärkt, damit man sie zum Schlagen anwenden kann.

Das Helm besteht am besten aus Eschen- oder Weißbuchenholz, weil Rothbuche zu rasch brüchig wird und Eichenholz spröde ist, auch in der Hand brennt. Seine Form ist oval, nur am vorderen Ende hat es diejenige des Auges und eine Verstärkung, welche zweckmäßig an der Nackenseite der Keilhaue angebracht ist. Dies ist besonders zweckmäßig, wenn die Keilhaue auch zum Losbrechen von Kohlenstücken gebraucht werden soll, weil sich dann der Absatz *a* (Fig. 156) gegen den Nacken der Keilhaue legt und das Abbrechen des Helms verhindert.

Die Befestigung des Helms in der Keilhaue, das »Bestecken« der letzteren, geschieht am einfachsten durch bloßes Einstecken ins Auge und Eintreiben von Keilen aus Holz oder Eisen ins Hirnholz. Bei Gesteins- und solchen Keilhauen, bei denen das Lösen des Helms selten vorkommt, wendet man vielfach die Befestigung mit Federn aus Bandeisen an, welche mit durch das Auge gesteckt und am Helm durch Nägel oder Schrauben befestigt werden.

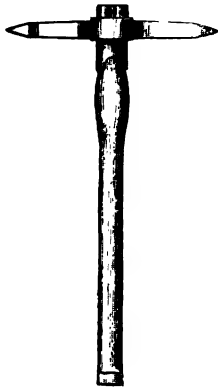


Fig. 157. Doppelkeilhaue.

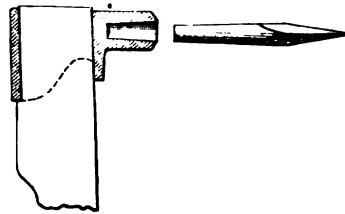


Fig. 158. Keilhaue mit Einsatzspitze.

Die Doppelkeilhaue (Fig. 157) hat auf jeder Seite des Helms ein Blatt, darf aber deshalb nicht viel schwerer sein, als eine einfache Keilhaue.

Die Vorteile der in England und Westfalen vielfach angewendeten Doppelkeilhaue bestehen darin, daß

1) der Arbeiter beim Schrämen in flach liegenden Flötzen die Keilhaue wegen des Gleichgewichts auf beiden Seiten des Helms leichter schwebend erhalten kann, und

2) eine geringe Anzahl von Keilhauen zum Schärfen in die Schmiede zu schaffen ist.

Der letztere Vorteil ist seit Einführung der Keilhaue mit Einsatzspitzen weniger wichtig, auch ist als Nachteil der Doppelkeilhauen zu erwähnen, daß bei ihrer Handhabung die hintere Spitze leicht anschlägt.

Vielfach eingeführt sind in neuerer Zeit die einfachen Keilhauen mit Einsatzspitzen aus Gußstahl von etwa 15 cm Länge. Das hintere Ende der Spitze ist konisch zugeführt und paßt in ein ebenso geformtes Loch im Blatt der Keilhaue (Fig. 158).

Bei Anwendung dieser Keilhauen hat der Arbeiter nicht mehr, wie früher, ganze Bündel von Keilhauen, sondern nur die leicht zu transportierenden Spitzen in die Schmiede zu schaffen.

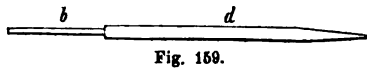


Fig. 159.

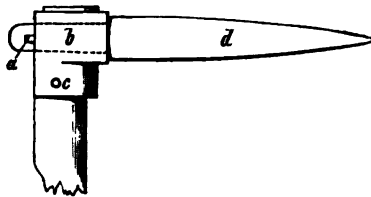


Fig. 160. Mansfelder Keilhaue.

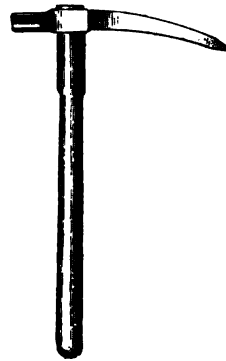


Fig. 161. Spitzhammer.

In Mansfeld sind Keilhauen in Gebrauch, bei welchen das ganze stählerne Blatt *d* eingesetzt wird (Fig. 159 und 160). Das letztere hat am hinteren Ende einen Dorn *b*, mit welchem es durch ein am Helm befestigtes Kopfstück *c* aus schmiedbarem Gußeisen gesteckt wird. Die Befestigung geschieht lediglich durch die konische Form des Dornes, in welchem sich noch ein Ohr *a* zum Anfädeln der Blätter beim Transporte befindet.

Endlich ist noch die in Belgien gebrauchte Rivelaine zu erwähnen, eine an der Spitze wie eine Keilhaue umgebogene eiserne Stange von 1 bis 2 m Länge mit hölzernem Griff. Das Gewicht beträgt 2,5 bis 2,75 kg.

Dieses Gezähstück wird in tiefen Schrämen benutzt, eignet sich aber nur für milde Kohlen und hat sich bei Versuchen in Saarbrücken nicht bewährt.

17. **Der Spitzhammer** (Schrämhammer, Berghammer), auch vielfach bei der Hereintreibarbeit gebraucht (Fig. 161), ist eine Keilhaue mit einem hammerartigen Ansatz an der dem Blatte entgegengesetzten Seite, so daß er nicht allein als Winkelhebel zum Wuchten, sondern auch als Hammer zum Schlagen dient. Auch der Spitzhammer soll in derselben Weise gebogen sein, wie die Keilhaue.

Der beim Harzer Erzbergbau gebräuchliche Spitzhammer hat vom Örtchen bis zum Öhr 20 bis 28 cm Länge, 3,3 bis 4 cm Querschnitt nahe beim Öhr und  $1\frac{1}{4}$  bis  $2\frac{1}{2}$  kg Gewicht. Dieses steigt in einzelnen Fällen bis zu  $3\frac{1}{2}$  kg und darüber.

**18. Der Schrämspieß.** — Der Schrämspieß ist eine Eisenstange von 2 bis 2,3 cm Stärke und 78 bis 160 cm Länge, hat eine verstärkte Spitze, dient zum Nacharbeiten der Ecken im Schram und wird stoßend gebraucht, oder auch wohl mit dem Fäustel geschlagen.

**19. Ausführung der Keilhauenarbeit.** — Der ursprüngliche Zweck der Keilhaue ist durch den Namen angedeutet. Man treibt durch Hauen einen Keil, und zwar in diesem Falle einen Spitzkeil, in die zu gewinnenden Massen und sucht dieselben dadurch in kleinen Stücken zu gewinnen.

Die wichtigste Anwendung der Keilhaue erfolgt beim Schrämen und Schlitzen (Kerben), d. i. beim Herstellen eines möglichst engen und tiefen Einschnitts entweder parallel der Flözebene (Schrämen), oder rechtwinklig dazu (Schlitzten oder Kerben).

Mit beiden Vorrichtungen bezweckt man die Erhöhung der Gewinnbarkeit durch Vermehrung der freien Flächen, oder Verminderung der Spannung — bezw. die Vermehrung des Stückkohlenfalls — für die nachfolgende Spreng- oder Hereintreibarbeit.

Bei harten Kohlen und großer Mächtigkeit muß und kann das Schrämen und Schlitzen häufig unterbleiben, weil die dadurch bedingte Erhöhung der Selbstkosten weder mit der Ersparung an Sprengmaterial, noch auch mit dem Mehrgewinn an Stückkohlen im Verhältnis steht.

Die Lage des Schrams ist keine bestimmte; im allgemeinen legt man ihn an eine solche Stelle, wo er am billigsten herzustellen ist und die Reinheit der Kohle am wenigsten beeinträchtigt, also z. B. in eine milde Schieferlage, mag dieselbe nahe am Liegenden sein oder nicht.

Was die Höhe und Tiefe des Schrams betrifft, so ist dabei vor allem die Haltbarkeit und die Härte der Massen von Einfluß. Je größer die Härte und je geringer die Haltbarkeit, um so weniger tief kann man schrämen. Die Keilhaue muß beim Schrämen mit ihrer Spitze immer etwas nach aufwärts gerichtet sein, damit der Schram nicht zuwächst.

Als besonders sorgfältig geführte Schrämarbeit ist diejenige beim Mansfelder Kupferschieferbergbau hervorzuheben. Hier sucht man den Schram in 20 bis 30 cm Höhe zu führen, wird er aber über 60 cm tief, so muß er vorn bis 50 cm nachgenommen werden.

Beim Steinkohlenbergbau hält man darauf, daß wo möglich pro Schicht 1 m tief geschrämt und in derselben oder in der folgenden Schicht das Unterschrämte »hereingebänkt« wird.

B. Maschinenarbeit<sup>1)</sup>.

20. **Allgemeines.** — Die eben beschriebene Arbeit des Schrämens und Schlitzens ist mühevoll und bei harten Massen auch kostspielig. Da die Arbeiter außerdem das Schrämen vielfach nicht mehr verstehen, so wird es unterlassen und die Gewinnung der Kohle lediglich durch Schießarbeit besorgt, was aber zur Erzeugung von viel Kleinkohle, die man schwer unterbringen kann, auf Kosten der Gewinnung von Stückkohle, führt.

Rechnet man dazu noch den überall herrschenden Mangel an Arbeitern, so leuchtet es ein, welche große Wichtigkeit das maschinelle Schrämen haben muß.

Am meisten werden Schrämmaschinen in Nordamerika und England angewendet, weil dort die Bedingungen für die Anwendbarkeit derselben, vor allem flache Lagerung, mehr gegeben sind, als auf dem europäischen Kontinent.

Erst in neuester Zeit bemüht man sich, u. a. in Westfalen<sup>2)</sup>, ernstlich, eine Konstruktion zu finden, welche auch für ungünstigere Verhältnisse brauchbar erscheint. Eine solche Maschine darf vor allem nicht zu schwer sein, damit man sie von einer Sohle zur andern schaffen kann und außerdem muß sie auch bei stark geneigter Flötlage arbeiten können.

Die jetzt vorhandenen Schrämmaschinen lassen sich in vier Arten einteilen<sup>3)</sup>, nämlich in Maschinen mit hauenden, mit stoßenden, mit schneidenden und solche mit bohrenden Werkzeugen.

Die in Amerika<sup>4)</sup> am weitesten verbreiteten Systeme sind die stoßenden (Ingersoll-Sergeant und Rand) und die schneidenden Kettenmaschinen, während in England mehr die nach Art einer Kreissäge arbeitenden Scheibenmaschinen (z. B. Garforth) Eingang gefunden haben.

21. **Schrämmaschinen mit hauendem Werkzeug.** — Die Kohlenhausmaschine von Firth, Donnisthorpe und Ridley in Leeds<sup>5)</sup> ahmt die Arbeit mit der Keilhaue direkt nach, indem durch eine mit Preßluft

1) Le Technologist. Paris, Sept. 1864. — Ržiha, Tunnelbaukunst. 1865, S. 168. — A. Habets, Über Steinkohlengewinnungsmaschinen u. s. w. in Revue univ. 2. livr. 1865. — Verbesserungen an Schrämmaschinen nach Jones, London 1865. — Carreta, Schrämmaschine, Polyt. Centralbl. 1865, 21. Lief. und Polyt. Journal 1866, S. 274. — Preuß. Zeitschr. 1866, Bd. 14, S. 255; 1895, Bd. 43, S. 171. — Handb. der Ing.-Wissenschaften. Leipzig 1885, Bd. IV, Abt. II, S. 353. — Der masch. Schrämbetrieb im Kohlendistrikt von St. Louis in Nordamerika von H. A. Wheeler. Österr. Z. 1889, S. 121. — Glückauf 1890, S. 563 (Mansfeld); 1902, S. 633.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, Nr. 22.

3) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 355.

4) Glückauf. Essen 1899, Nr. 33; 1901, Nr. 49, 50. — Versuche in Frankreich, ebenda 1902, S. 79.

5) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 356.



getriebene Maschine eine schwere Keilhaue in der Ebene des Flötzes bewegt wird. Wegen der durch die heftigen Schläge veranlaßten vielen Reparaturen hat sich die Maschine keinen Eingang verschaffen können. Dasselbe gilt von den Verbesserungen dieser Maschine, welche u. a. von Grafton Jones<sup>1)</sup> vorgenommen sind. Auch mit der Hoppeschen Hacke<sup>2)</sup> wurden (im Plauenschen Grunde) befriedigende Resultate nicht erzielt.

**22. Schrämmaschinen mit stoßendem Werkzeug.** — Die Arbeit mit diesen Maschinen kann wie bei einem Eisenhobel in der Abtrennung von Spänen oder wie bei einem Stemmeisen in dem Losstoßen einzelner Gesteinsplitter bestehen.



Fig. 162.  
Werkzeug der Maschine von  
Carret, Marshall & Co.

Die Maschine von Carret, Marshall & Co. in Leeds hat eine geradlinig schneidende Bewegung und wird mit Wasser von hoher Pressung getrieben. Der Arbeitskolben hat  $12\frac{1}{2}$  cm Durchmesser, die Kolbenstange bildet eine Röhre, in welche der runde Schaft eines stählernen Gezähehalters gesteckt und durch einen Stift festgehalten wird. In dem Gezähehalter sind viereckige Augen für die Aufnahme der Stichel (Fig. 162).

Das Vorziehen bewirkt die Maschine selbsttätig dadurch, daß eine Kette, welche mit einem Ende auf einer Trommel aufgewickelt ist, mit dem andern Ende über eine entfernt stehende Scheibe läuft und zurückkommend an der Maschine, bzw. an dem dieselbe tragenden Wagen eingehakt ist.

Das Gewicht der Maschine beträgt 1000 kg. Zur Bedienung sind 1 Mann und 1 Junge erforderlich.

Eine nach diesem System gebaute Maschine hat sich in Mansfeld nicht bewährt<sup>3)</sup>.

Die Schrämmeißelmaschine von R. Schram, Fig. 163, wird mit gepreßter Luft betrieben und zwar mit Hilfe der Schramschen Bohrmaschine (s. d.), an welcher der Meißel durch das geradlinig stoßende Werkzeug *h* ersetzt ist. Die Maschine wird auf einer Schraube *a* mit der Kurbel *c* parallel dem Schram fortbewegt. Die Schraube sitzt in einem Gestelle, welches gegen die Firste verstrebt wird. Zur weiteren Vertiefung des Schrams wird das Werkzeug *h* mit Hilfe der Kurbel *b* vorgeschoben. Auch diese Maschine hat sich nicht eingeführt.

Dubois und François<sup>4)</sup> benutzen ihre kräftige Gesteinsbohrmaschine und ein auf Rädern laufendes Gestell, welches das Bohren in einem

1) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV., Abt. II, S. 356.

2) Ebenda, S. 356.

3) Preuß. Zeitschr. 1868, Bd. 16, S. 213.

4) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 359.

beliebigen Punkte des Ortsstoßes gestattet. Die gesamte Vorrichtung, welche als Schrämmaschine den Namen Bossoyeuse oder Bosseyeuse führt, ist 1 m hoch und 65 cm lang und läßt sich durch 2 oder 3 Arbeiter leicht fortbewegen.

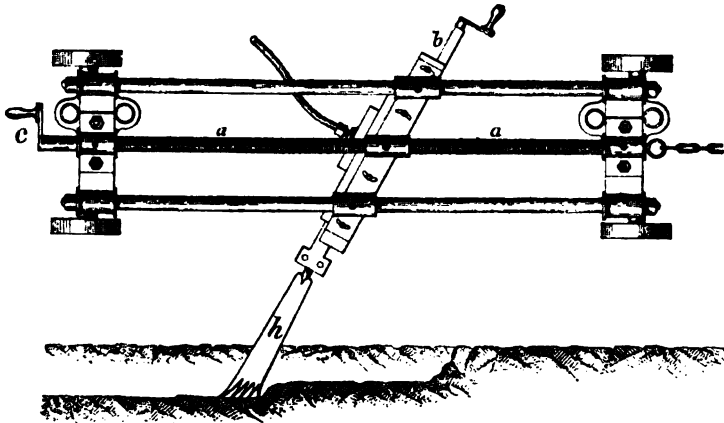


Fig. 163. Schrämmaschine von Schram.

Die Herstellung des Schrams kann auf zweierlei Weise erfolgen. Bei sehr hartem Gestein bohrt man eine Reihe von 6 bis 8 cm weiten, einander möglichst nahen Löchern und entfernt die Trennungswände zwischen den Löchern, indem man flache Bohrer, sogen. Sägen, anwendet und die Maschine ohne Umsetzen des Bohrers arbeiten läßt.

In weichem Gestein und Kohle stellt man zunächst als Begrenzung des zu bildenden Schrams zwei 6 bis 8 cm weite Löcher her, welche man mit Holz auspflockt. Hierauf läßt man die Maschine unter Benutzung bestimmter Bohrer so wie bei Herstellung gewöhnlicher Bohrlöcher arbeiten, nur bewirkt man mit Hilfe einer Schraube ohne Ende, daß der Bohrer fortwährend zwischen den beiden Grenzstellungen hin und her wandert.

Nach Fertigstellung des Schrams (oder Schlitzes) folgt das Hereintreiben. Es werden eine Anzahl Bohrlöcher von 80 bis 85 cm Weite und 90 bis 95 cm Tiefe gebohrt, behufs Aufnahme eines mit Unschlitt bestrichenen Keiles und zweier Zulagen (Demanets Keil). Der Bohrer wird durch einen 30 bis 40 kg schweren Rammklotz ersetzt, mit welchem die Maschine den Keil eintreibt, bis das Gebirge gespalten ist.

In Sandstein und Schieferthon betrug bei drei Strecken in Mariehay nach Clerk

der tägliche Fortschritt in Meter:	0,80	0,83	0,84
die Kosten für 1 cbm in Franken:	13,30	13,60	9,00.

In zwei andern Strecken wurde einerseits mit der Maschine im Kohlenflötz geschrämt, sodann mit der Bosseyeuse Strosse und Firste nachgerissen,

andererseits die letztere Arbeit von Hand mit Sprengarbeit ausgeführt. Dabei stellten sich die Kosten für das laufende Meter in Franken:

bei Handarbeit:	8,03 und 8,08,
- Maschinenarbeit:	7,47 - 8,48.

Andere hierher gehörende Maschinen sind die von Chenot<sup>1)</sup>, Debry (Handschrämmaschine)<sup>2)</sup>, und die Tunnelschlitzmaschine von Maus<sup>3)</sup>, Harrison und Yoch<sup>4)</sup>.

In Mansfeld haben fortgesetzte Versuche, die im Kupferschieferflötz besonders schwierige und kostspielige Schrämarbeit mit einer von C. Franke, Eisleben, hergestellten Maschine (D. R. P. Nr. 55331) auszuführen, zu einem befriedigenden Resultate geführt.

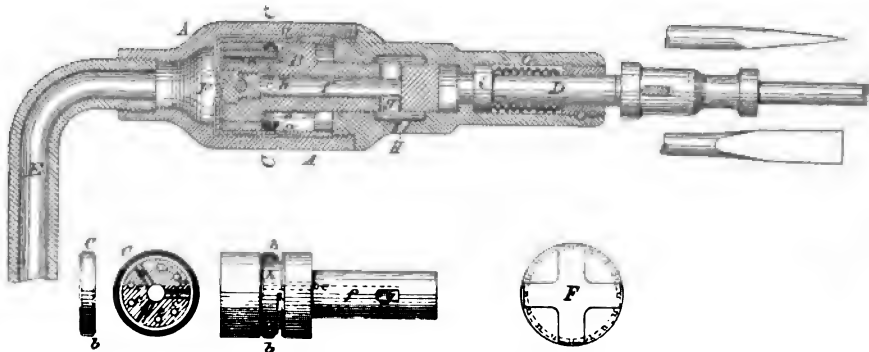


Fig. 164. Frankesche Schrämmaschine

Diese Maschine, Fig. 164, besteht aus dem äußeren Körper *A*, dem Kolben *B* mit dem Ringmuschelschieber *C*, und dem Schrämstahlhalter *D* nebst Spiralfedern und Schrämmeißel. Der hintere Teil des äußeren Körpers *A* nimmt das Luftzuführungsrohr *E* sowie den inneren Zylinder *F* auf, welcher rund herum mit Lufteinströmungsöffnungen versehen ist. Der vordere Teil des äußeren Körpers bildet die Führung für die Kolbenstange des Kolbens *B*, sowie für den Schrämstahlhalter *D* und den Raum für die Spiralfedern *G*. *H* ist die Auspufföffnung.

Der mit einem Dichtungs- oder Expansionsringe *b* versehene Ringmuschelschieber *C* sitzt auf dem Kolben *B*. Dieser ist mit den die Druckluft hinter, bzw. vor den Kolben führenden Kanälen *c* und *e*, sowie mit den in die hohle Kolbenstange *f* führenden Abgangskanälen *h* versehen.

1) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 361. — *Revue industrielle*. 1882, S. 393. — *Electrician*. Bd. 3, S. 566. — *Armengaud, Publication industrielle*. 1882, Bd. 28, S. 496.

2) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 361. — *Bulletin de la soc. de l'ind. minérale*. 1867/68, Bd. 13, S. 109. — *Franz. Patent* vom 15. März 1867.

3) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 363.

4) *Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenw.* 1889, Nr. 11.

Der runde Schrämstahlhalter *D*, welcher keine Verbindung mit dem Kolben *B* hat, erhält seinen Rückgang durch die Spiralfedern *G*, welche beständig gegen den Bund *i* drücken.

Die Druckluft gelangt nun durch *Eac* hinter den Kolben *B* und treibt denselben gleichzeitig mit dem Expansionsschieber nach vorn. Dabei geht die verbrauchte Druckluft vor dem Kolben durch die Kanäle *e* unter dem Schieber *C* hindurch und durch die Kanäle *h* in die hohle Kolbenstange *fg*, von wo sie durch den Auspuff *H* ins Freie entweicht. Sobald beim Vorwärtsgange des Kolben *B* der Dichtungs- oder Expansionsring *b* des Ringmuschelschiebers *C* den Einströmungskanal *a* deckt, wird die Druckluft abgesperrt und der Kolben arbeitet jetzt mit Expansion. Hat der Ring *b* den Kanal *a* passiert, so tritt die Luft hinter die linksseitige Ringfläche des Schiebers. Da nun auf der entgegengesetzten Ringfläche inzwischen durch die Expansion eine Druckverminderung stattgefunden hat, so wird der Schieber nach rechts geworfen und die Umsteuerung ist bewirkt. Der Hub des Kolbens beträgt 11 mm, wovon 9 mm ohne Verriechung von Arbeit zurückgelegt werden, dann erfolgt der Schlag auf den Schrämstahlhalter und Vorschub desselben auf 1,5 mm. Der Schrämstahl besteht aus einer runden, 13 mm starken Stahlstange mit flachem, 20 mm breitem Meißel. Das Gewicht der Maschine einschließlich Schrämstahl beträgt 4,5 kg. Die Arbeiter benutzen die Maschine ohne Gestelle. Da sie in dem niedrigen Mansfelder Streb liegend arbeiten müssen, so legen sie die Maschine auf den Oberschenkel und halten sie im übrigen mit beiden Händen fest. Der sich mit einer großen Hubzahl bewogende Meißel wird in dem Schram hin- und hergeführt und wirkt dabei wie ein vom Steinmetz mit hölzernem Schlägel bearbeiteter Steinmeißel.

Auch in der Steinkohlengrube Ver. Mansfeld bei Langendreer in Westfalen sind in fester Kohle günstige Resultate mit der Frankeschen Schrämmaschine erzielt.

Irgend welchen schädlichen Einfluß auf die Gesundheit der Arbeiter haben die Rückstöße der Maschine nicht gehabt<sup>1)</sup>.

Die Schrämmaschine Ingersoll-Sergeant<sup>2)</sup> wird, wie bis jetzt alle stoßenden Schrämmaschinen, mit Preßluft betrieben und ist auf zwei Rädern von 40 bis 50 cm Durchmesser, welche ihr eine große Beweglichkeit geben, auf ein gegen den Arbeitsstoß geneigtes starkes Brett gesetzt, um die Wirkungen des Rückstoßes aufzuheben. Der Arbeiter, welcher die Maschine bedient, sitzt gewöhnlich hinter der Maschine auf dem Brett, führt sie mit zwei Handhaben und hält sie fest mit Hilfe eines Holzkeiles, welcher unter einem seiner Füße befestigt und unter eines der Räder geschoben wird.

Die Bewegung ist diejenige eines stoßenden zweischneidigen Bohrers

1) Schrader in Preuß. Zeitschr. 1893, Bd. 41, S. 170.

2) A. Habets in Revue univ. des mines 1901. Tome LVI, Nr. 1, S. 29. — Derselbe, Cours d'expl. d. m. Bd. 1, 1902, S. 157. — Österr. Zeitschr. 1900, Nr. 46.

ohne Umsetzung. Dieser Bohrer unterschrämt die Kohle zunächst auf 5 cm Höhe und 30 cm Tiefe. Alsdann erweitert man den Schram bis auf 30 bis 35 cm am Eingang, so daß die obere Fläche geneigt wird, während der Schram am Ende nicht höher, als 75 mm sein darf, wenn er eine Tiefe von 150 cm erreicht hat. Man vertieft und erweitert den Schram, indem man die Maschine versetzt. Bei einer Breite des Brettes von 90 cm greift die Maschine die Kohle auf eine Breite von 150 cm an. Der Arbeiter hat einen Gehilfen, welcher den Schram reinigt und die Kohle verladet. Diese Maschine, deren Gewicht 320 kg nicht überschreitet, macht 160 bis 250 minutliche Schläge mit einer Pressung von 3 bis 6 Atmosphären.

Um mit der Maschine zu schlitzen, bringt man sie auf Räder von 1 m Durchmesser oder auf ein besonderes Gestelle mit 4 Rädern und einer Säule, ähnlich, wie bei der Bosseyeuse von Dubois und François.

Die Schräm- und Schlitzmaschine System Eisenbeis (Saarbrücken), Fig. 165, ist, wie die Bosseyeuse mit einer Stoßbohrmaschine in Verbindung gebracht und zwar bei ihrer ersten Anwendung mit derjenigen der Duisburger Maschinenfabrik, vorm. Bechem & Keetmann, kann aber mit jeder andern Stoßbohrmaschine, auch mit einer elektrischen, betrieben werden.

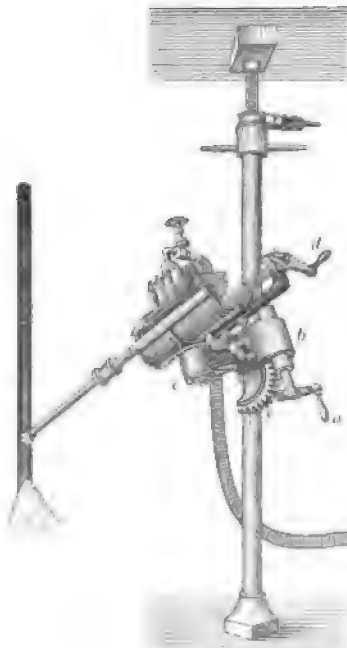


Fig. 165. Bohrmaschine von Eisenbeis.

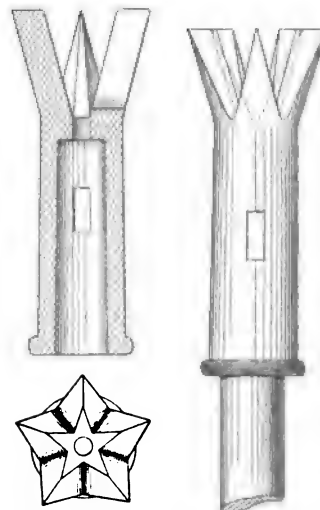


Fig. 166. Bohrer zur Maschine von Eisenbeis.

An einer Spannsäule ist ein gezahnter Kreissektor *S* in derselben Weise befestigt, wie es in Fig. 165 dargestellt ist. Mit der Kurbel *a* wird eine in den Kreissektor eingreifende, von dem Bügel *b* umschlossene

Schnecke gedreht. Der Bügel hat am andern Ende *c* die Kuppelvorrichtung, Fig. 192 bis 194, an welcher die Bohrmaschine in gewöhnlicher Weise befestigt ist. Da der Kreissektor fest ist, so muß durch die Drehung der Schnecke der Bügel *b* und somit auch die fest damit verbundene Bohrmaschine im Sinne des Sektors bewegt werden. Die Figur stellt die Maschine während des Schlitzens dar, soll sie schrämen, so wird der Kreissektor in die Ebene des Schrams gedreht, während die Spannsäule horizontal befestigt wird. Ein Arbeiter dreht mit der einen Hand die Kurbel *a* und mit der andern die das Vorrücken der Bohrmaschine in bekannter Weise bewirkende Kurbel *d*. Die Maschine wirkt demnach stoßend und gleichzeitig den Bohrer hin- und herbewegend, wobei ein Schram oder Schlitz mit kreisförmigem Ende entsteht. Zum Aufstellen und Abbrechen ist ein zweiter Mann erforderlich, der aber während des Schrämens mit Herstellen der Bohrlöcher, Entfernen der Schramkohle u. s. w. beschäftigt werden kann. Als Bohrer benutzt man einen sternförmigen Hohlbohrer von der, aus der Fig. 166 ersichtlichen Konstruktion.

Die der Eisenbeismaschine zu Grunde liegende Idee ist aber in noch einfacherer Weise nutzbar gemacht, indem man nämlich den Kreissektor ganz fortgelassen hat und nach dem Vorschlage von Frölich & Klüpfel die Maschine mit Hilfe eines daran befestigten Stabes auf dem Tragring *e* des Gestelles (s. Fig. 192) dreht. Auf den Gruben der Gesellschaft »Hibernia« in Westfalen hat sich diese einfache Einrichtung derart bewährt, daß man den vorher angewendeten Eisenbeis-Sektor als unnötig wieder beseitigt hat.

Ein Nachteil der Frölichschen Maschine gegenüber der von Eisenbeis liegt darin, daß ihre Bedienung mit größerer körperlicher Anstrengung verbunden ist, die mit dem Luftdruck und der Kohlenhärte zunimmt; ferner darin, daß die bedeutende Länge der Führungsstange einen großen freien Raum bedingt, und daß die Spannsäule stets rechtwinkelig zu dem herzustellenden Schram aufgestellt werden muß.

Ersetzt man den Bohrer durch einen Schlagkolben, so kann die Maschine nach Art der Bosseyeuse auch zum Eintreiben eines Keiles in ein Bohrloch, also zum Hereintreiben verwendet werden.

**23. Schrämmaschinen mit schneidendem Werkzeug<sup>1)</sup>.** — Die Schrämmaschinen mit schneidendem Werkzeug unterscheiden sich von den bisher beschriebenen durch einen beständigen Gang und eine mehr schabende Wirkung der Gezähe, welche meistens am Umfange eines Rades sitzen, wie bei Wistanley und Barker<sup>2)</sup>, Walker<sup>3)</sup>, Gillot und

1) Handb. der Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 394.

2) Simon, Zeitschr. d. berg- u. hüttenm. Ver. für Kärnten 1874, Jahrg. 6, S. 6. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1875, S. 207. — Preuß. Zeitschr. 1874, Bd. 22, S. 167. — André, A description Treatise on Mining Machinery, S. 73. — Burat, Cours d'expl. des mines. 3. Aufl. 1881, S. 326. — Serlo, Bergbaukunde, 4. Aufl. 1884, Bd. 1, S. 417. — Specification. 1870, Nr. 751. — Französ. Patent v. 10. April 1873.

3) Polytechn. Centralblatt 1869, S. 1643. — Mechanic's Magazine 1869. Neue Serie, Bd. 22, S. 154.

Copley<sup>1)</sup>, die Monitor-Schrämmaschine von H. F. Brown<sup>2)</sup> in Indianapolis und die Universal-Schrämmaschine von Staněk und Reska<sup>3)</sup>, mit welcher eine der verschiedenen<sup>4)</sup> Maschinen von Hurd und Simpson nahezu vollständig übereinstimmt.

Außer der eben erwähnten, aus vielen Zahn- und Kegelrädern zusammengesetzten Maschine haben Staněk und Reska eine einfacher gebaute Maschine vorgeschlagen<sup>5)</sup>, welche nur zum Schrämen auf der Sohle verwendet werden soll, während die erstere hoch und tief gestellt werden kann.

Eine der besseren mit Schneidscheibe arbeitenden Maschinen ist diejenige von Garforth<sup>6)</sup>, welche von der Gesellschaft Diamond in Normanton (Yorkshire) hergestellt und in der Zeche Dorstfeld bei Dortmund angewendet wird. Das ihr zu Grunde liegende Prinzip ist dasjenige der Schneidscheibe von Winstanley, aber die Konstruktion ist von dieser sehr verschieden. Der Schramm kann hergestellt werden auf dem Liegenden oder bis zu einer Höhe von 95 cm über demselben, die Tiefe des Schramms beträgt gewöhnlich 110 cm, aber man hat Maschinen gebaut, welche einen Schramm von 210 cm herstellen können. Auch gibt es solche mit Luftantrieb für Schlagwettergruben und solche mit elektrischem Antrieb. Die erstere ist die in der Zeche Dorstfeld in harter Kohle von 70 bis 90 cm Mächtigkeit angewendete.

Eine andere Maschine dieser Art ist diejenige von Fayol, welche aber insofern unvorteilhaft arbeitet, als nur eine kleine Anzahl von Zähnen gleichzeitig in Tätigkeit ist. Ferner gehört hierher die in Schottland gebrauchte Schrämradmaschine von Gillot<sup>7)</sup>.

Außerdem gibt es noch Handschrämmaschinen von Lilienthal<sup>8)</sup> und von Dniestranski und Reska<sup>9)</sup>, sowie eine mit Seilübertragung betriebene Tunnel-Schrämmaschine von Villauri und Buquet<sup>10)</sup>.

1) Pract. mech. Journ. 1869/70, Ser. III, Bd. 5, S. 31. — André, a. a. O., S. 77. — Specification 1868, Nr. 2643. — Simon, Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Kärnten 1874, Jahrg. 6, S. 4.

2) Transactions of the American Inst. of Min. Eng. 1874/75, Bd. 3, S. 23. — Mining Journal 1873, Bd. 43, S. 947; 1875, Bd. 45, S. 348, 371.

3) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1877, S. 277.

4) André, a. a. O., S. 80. — Transactions of the North of England Inst. of Min. and Mech. Eng. 1873/74, Bd. 23, S. 107. — Specification 1869, Nr. 906; 1870, Nr. 571; 1872, Nr. 3241.

5) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1877, S. 489, 498.

6) A. Habets, a. a. O. S. 38; Cours d'expl. d. m. Bd. 1, 1902, S. 161.

7) Glückauf. Essen 1901, S. 929.

8) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1877, S. 489, 498.

9) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1878, S. 184, 195. — D. R. P. Nr. 2291. — Engineering. 1878, Bd. 26, S. 498.

10) Engineer. 1865, Bd. 19, S. 209. — Comptes rendus de l'acad. des sciences. 1860, Bd. 50, S. 646. — Französ. Patent vom 1. Mai 1860.

Statt einer Schrämscheibe besitzen einige Maschinen eine mit Schneidstählen versehene Kette ohne Ende, welche nicht unähnlich arbeitet, wie die Eimerkette bei einer Baggermaschine.

Hierher gehören auch die von Baird<sup>1)</sup> angegebene, Gledhill in Newcastle patentierte Vorrichtung, ferner die Maschinen von Hurd und Co.<sup>2)</sup> und Rochdale und von Mather und Lechner<sup>3)</sup>.

Die dritte Gattung der Schrämmaschinen mit schneidendem Werkzeug wird dargestellt durch die für Handbetrieb bestimmte Vorrichtung<sup>4)</sup> von A. Weber in Grumme bei Bochum. Bei derselben erfolgt die Herstellung des Schrams durch eine wagerechte Welle, welche mit spiralförmigen Messern besetzt ist und während der Umdrehung gegen die Kohle gepreßt wird.

Ähnlich arbeitet die Maschine von Lechner<sup>5)</sup>, welche sich jedoch in Oberschlesien nicht bewährt hat. Später besetzte Lechner eine runde Welle mit Diamanten<sup>6)</sup>.

Die »Economic«-Maschine<sup>7)</sup> fräst mit einer flachgängigen Schraube, welche auf der vorspringenden Gewindefläche Schneidwerkzeuge trägt.

Bacher<sup>8)</sup> will den Schram in ähnlicher Weise herstellen, nämlich ein umlaufendes Bohrwerkzeug bis zu einer gewissen Tiefe in die Kohle einführen und dann parallel seiner Achse seitwärts verschieben.

von Balzberg<sup>9)</sup> läßt sein Werkzeug, einen sich schnell drehenden Fräser, vier verschiedene Bewegungen ausführen, nämlich:

- 1) eine drehende Bewegung,
- 2) eine auf- und abwärts gehende Bewegung,
- 3) eine bogenförmig auf- und abwärts gehende Bewegung für den Kopf des Fräfers,
- 4) eine vor- und rückwärts gehende Bewegung.

**24. Schrämmaschinen mit bohrendem Werkzeug.** — Diese Vorrichtungen stellen nicht einen gleichförmig ausgearbeiteten, ein zusammenhängendes Ganzes bildenden Einschnitt, sondern eine Anzahl ziemlich dicht neben einander liegender Löcher durch Drehbohrung her.

1) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 368.

2) Engineering. 1869, Bd. 8, S. 356. — Polyt. Centralbl. 1870, S. 175. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. 1870, S. 307.

3) D. R. P. Nr. 20575. — Österr. Privileg vom 12. Mai 1882.

4) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 368. — D. R. P. Nr. 15688.

5) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 189. — Iron. 1878, Bd. 11, S. 712. — Scientific American. 1878. Neue Reihe, Bd. 39, S. 102.

6) D. R. P. Nr. 15343.

7) André, a. a. O., S. 79.

8) D. R. P. Nr. 25928. — Auszug in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884, S. 289.

9) Neue Methode des Schrämens von C. v. Balzberg. Leobener Jahrb. 1877, S. 127. — Österr. Privileg vom 6. April 1877.



Bei der Maschine von Dr. Clapp<sup>1)</sup> befindet sich auf einem Rädergestell ein Rahmen, welcher sich hoch und tief stellen läßt und mit einer Anzahl Schneckenbohrer versehen ist. Der Antrieb erfolgt mit gepreßter Luft oder Seilbetrieb, die Übertragung auf die einzelnen Bohrer durch Zahnräder.

Ähnlich sind die Maschinen von Neuerburg<sup>2)</sup>, Norris<sup>3)</sup> und Kellow<sup>4)</sup>.

Taverdon<sup>5)</sup> stellt mit einem einzigen Diamantbohrer von 12 cm Durchmesser sich strahlenförmig ausbreitende Bohrlöcher her, verrückt dann die Vorrichtung um einen Meter und bildet neue Löcher, welche die vorigen durchdringen. Schließlich ist die stehen gebliebene feste Masse zu entfernen.

In Blanz<sup>6)</sup> stellte man Schlitz und Schram durch Kernbohrer her und erhielt in der Kohle 0,85 m Fortschritt in 5 Minuten. Im ganzen brauchte man für zwei Schlitz und einen Schram eine Stunde, für Nebenarbeiten eine weitere Stunde. Für dieselbe Leistung würden die beiden zur Wartung der Maschine erforderlichen Leute mindestens 12 Stunden nötig gehabt haben.

Zu den bohrenden Maschinen gehört ferner die Maschine von Dickmann zu Westerbürg und Rob. Müller in Dortmund<sup>7)</sup>.

Der Handschräm- und Kerbapparat von Aug. Buschmann in Holzwickede bei Dortmund<sup>8)</sup> besteht aus einem Schlangenbohrer und einem breiten Stoßwerkzeuge. Der erstere wird durch eine Schraubenspindel und diese selbst durch Handkurbel und Kegelgetriebe bewegt. Die Kurbel dreht gleichzeitig ein nur teilweise gezahntes Rad, dieses faßt in eine Zahnstange und zieht damit das Stoßwerkzeug, unter gleichzeitiger Spannung einer Schraubenfeder, an. Sobald die Zahnücke kommt, wird das Stoßwerkzeug von der Feder gegen die Kohle geschleudert.

**25. Schrämmaschinen mit elektrischem Antrieb<sup>9)</sup>.** — Die Übertragung einer motorischen Kraft durch den elektrischen Strom hat für alle Grubenzwecke<sup>10)</sup> eine hervorragende Bedeutung gewonnen. Die Nutzleistung der

1) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 371. — Simon, Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Kärnten 1874, Jahrg. 6, S. 9. — Specification. 1873, Nr. 1900.

2) Berg- u. hüttenm. Zeitg. 1877, S. 167. — Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 227, Taf. XI, Fig. 1—5. Österr. Privileg vom 11. April 1877. — Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 371.

3) Specification. 1868, Nr. 3443.

4) Ebenda, 1869, Nr. 615. — Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1879, S. 218.

5) Armengaud, Publication industrielle. 1879, Bd. 25, S. 498. — Französ. Patent vom 21. Januar 1873 u. 25. Februar 1875.

6) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1879, S. 97. — Habets, Revue univ. des mines. 1880, Sér. II, Bd. 8, S. 249. — Bull. de la soc. de l'ind. min. 1879, Bd. 8, S. 913. — Burat, Cours d'expl. des mines. 2. Aufl. Paris 1876, S. 324.

7) D. R. P. Nr. 42848.

8) D. R. P. Nr. 40431 vom 16. Oktober 1886.

9) Glückauf. Essen 1889, S. 475.

10) M. Przyborski, Die Elektrizität im Dienste des Bergbaues in Osterr.

Druckluft beträgt in der Regel nur 25 bis 30 %, diejenige des elektrischen Stromes steigt bis 75 % und höher. Dazu kommt die Bequemlichkeit, mit welcher der elektrische Strom solchen Maschinen zugeführt werden kann, welche häufig den Standort wechseln müssen, die geringen Unterhaltungskosten der Leitungen und die im Verhältnis zur größeren Leistung billigere erste Anlage.

Was den letzten Punkt betrifft, so kostet eine mit 4 Turbinen betriebene Druckluftanlage der Grube Chapin (Michigan) nach M. W. Hughes (South Staffordshire)<sup>1)</sup> einschließlich 60 000 Frs. für eine 4 1/2 km lange Röhrenleitung 150 000 Frs. Die indizierte Arbeit ist bei den Preßmaschinen 1430 Pfdst., in der Grube jedoch nur 390 Pfdst., folglich hat man nur eine Nutzleistung von 27 %.

In Amerika, wo man wegen der hohen Arbeitslöhne ganz besonders darauf angewiesen ist, die Schrämarbeit durch Maschinen ausführen zu lassen, verwendet man mit einigem Erfolge die Maschinen Sperry, Bain und Lechner, sodann die Maschine Herkules.

Die Maschine Sperry, welche auf der Pariser Weltausstellung von 1889 vorgeführt wurde, arbeitete wie eine stoßende Bohrmaschine, indem durch einen elektrischen Motor eine Spiralfeder von 30 cm Länge gespannt wird, welche ihrerseits das gleichzeitig hin- und herbewegte Werkzeug vorstößt.

Die Herkules-Maschine<sup>2)</sup> ist ebenso wie die diejenige von Clapp, Neuerburg, Norris u. s. w. (24) mit einer Reihe Schneckenbohrer versehen, welche durch eine Dynamomaschine nach dem System Tesla mit Räderübertragung betrieben wird. Das Gesamtgewicht beträgt 630 kg.

Eine ähnliche Einrichtung haben die Maschinen Jeffrey und Thomson-Houston<sup>3)</sup>. Die letzteren stellen einen Schram von 90 cm Breite, 1,50 cm Tiefe und 10 cm Höhe in 25 Minuten her und zwar einschließlich der Zeit für die Aufstellung.

Die elektrische Schrämmaschine von W. T. Goolden & Co. in London<sup>4)</sup> besteht aus einer langen, um ihre Achse drehbaren Spindel, welche ihrer ganzen Länge nach mit schraubenförmig gestellten Schneidezähnen besetzt ist. Die Schrämmaschine selbst ist zusammen mit einem Elektromotor für 10 bis 15 e auf einer mit vier Rädern versehenen Grundplatte montiert.

Eine in Nordamerika seit 1893 rasch beliebt gewordene Schrämmaschine

---

Zeitschr. 1890, Nr. 5 u. 6. — A. F. Snell, Verteilung der elektr. Kraft über große Felder in Bergwerken. Eng. a. Min. Journ. 49, S. 363. — Glückauf 1890, S. 265. — Ferner: Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1889, S. 10. — Bull. de la soc. de l'ind. min. (III) 3, S. 711. — Eng. a. Min. Journ. 48, S. 293. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1891, S. 303. — Iron a. Coal Trade Rev. 43, S. 167. — Iron 38, S. 115, 136. — Amer. Inst. Min. Eng. New York Meeting (Sept. 1890).

1) Soc. de l'ind. min. Comptes rendus mensuels, Mai 1891, S. 103.

2) Soc. de l'ind. min. Mai 1891, S. 108, Pl. XIV.

3) Soc. de l'ind. min. Mai 1891, S. 108.

4) Österr. Zeitschr. 1894, S. 515. — Der Kohleninteressent. 1894, Nr. 5.

ist diejenige von Jesseny<sup>1)</sup>. Dieselbe arbeitet ebenfalls mit einer rundlaufenden, horizontal liegenden, mit Stahlschneiden besetzten Welle, welche gleichzeitig mit dem Elektromotor auf einem, während der Arbeit selbsttätig arbeitenden eisernen Rahmen montiert ist. Dieser Rahmen liegt auf einem zweiten, welcher das eigentliche Gestell bildet. Das Herausschaffen der Kohlen geschieht mittels vier endloser, mit Mitnehmern versehener Ketten, welche um eine unmittelbar hinter der Schneidwelle gelagerte Welle und um die rückwärts befindliche Antriebswelle laufen.

Endlich ist noch Schaub's elektrisch angetriebene Schlitz- und Schämmaschine zu erwähnen<sup>2)</sup>. Dieselbe gehört zu den Maschinen, bei welchen das arbeitende Werkzeug bohrend wirkt und gleichzeitig eine zweite Bewegung nach auf- und abwärts oder seitwärts auszuführen imstande ist. Die Bohrspindeln erhalten ihre Drehbewegung von der in der Fahrriichtung liegenden Unterwelle mittelst Zahnrad- und Gliederketten-Übertragung. Die andere Bewegung wird durch einen, in einem eisernen Rahmenständer verschiebbaren Kreuzsupport bewirkt.

Die Maschine ist sehr kompliziert und bleibt deshalb abzuwarten, ob sie sich als praktisch brauchbar erweist.

### 3. Arbeit mit Schlägel und Eisen.

**26. Anwendung und Gezähe.** — Die Arbeit mit Schlägel und Eisen war bis zum 17. Jahrhundert die einzige Gewinnungsarbeit für feste Massen. Seit Einführung der Sprengarbeit dient sie lediglich zur Herstellung ebener Flächen (Widerlager für Pumpenträger, für Dämme und Mauerfüße, Bühnlöcher für Stempel u. s. w.) und wird außerdem als Gewinnungsarbeit nur dann noch angewendet, wenn das Gestein durch Sprengarbeit nicht rissig werden darf, z. B. beim Abteufen der ersten Meter unter dem Fuße eines wasserdichten Schachtausbaues.

Die Gezähe sind der Schlägel und das Eisen.

Der Schlägel, jetzt Fäustel genannt, wird bei der Sprengarbeit näher betrachtet werden.

Das Eisen oder Bergeisen ist behelmt oder unbehelmt und besteht entweder aus Eisen mit verästelter Spitze oder ganz aus Stahl. Die stählernen Eisen pflanzen den Schlag besser fort und nutzen sich weniger ab, als die eisernen. Bei diesen befindet sich wegen der schnelleren Abnutzung des Kopfes durch das Schlagen das Auge für das Helm nicht in der Mitte, sondern näher an der Spitze.

Bei dem gewöhnlichen Bergeisen, dessen Länge etwa 13 cm beträgt, ist die Spitze nicht schlank zulaufend, sondern kolbig, damit sie weniger

1) Österr. Zeitschr. 1895, S. 423. — Preuß. Zeitschr. 1894, S. 43.

2) Österr. Zeitschr. 1897, S. 677.

leicht abbrechen kann. Sie besteht aus einer vierseitigen Pyramide (Fig. 167). Das Kopfende des Eisens ist zur besseren Aufnahme der Schläge etwas zusammengezogen.

Das Helm wird bei diesen Bergeisen nicht besonders hergestellt, weil es doch zu häufig zerschlagen wird, sondern besteht aus einem beliebigen, passenden Stück Holz, welches man in das Auge eintreibt. Das unbehelmt Eisen ist immer länger als das behelmte und eigentlich schon ein Fimmel (Spitzkeil), welcher bei der Hereintreibarbeit gebraucht wird.

Das gleichfalls hierher gehörige Spitz Eisen ist eine ca. 26 cm lange Eisenstange mit verbrochenen Kanten und verstärkter Spitze. Dasselbe ist für die Zwecke der Schlägel- und Eisenarbeit nicht zweckmäßig, weil es bei dem schiefen Auftreffen der meisten Schläge viel stärker zittert und deswegen mehr prellend wirkt, als das gewöhnliche Bergeisen.



Fig. 167.  
Bergeisen.

#### 4. Die Hereintreibarbeit.

**27. Zweck und Gezähe.** — Die Hereintreibarbeit bezweckt, zum Unterschiede von der Arbeit mit Schlägel und Eisen, die Gewinnung größerer Gesteinsmassen durch Eintreiben von Keilen in die natürlichen Absonderungen.

Die hierbei verwendeten Gezähe sind:

1) Das Treibfäustel (Keilfäustel, großes Fäustel, Päuschel). Es besteht aus Eisen, hat verstärkte Bahnen, gebrochene Kanten, ein rundes oder länglich-viereckiges Auge und wiegt 3,5 bis 6 kg. Das runde Auge ist notwendig, wenn man runde Stiele aus jungen Stämmen von Eschen- oder Eichenholz anwenden will, denen man sogar die Rinde läßt. Solche Stiele sind zähe und elastisch, haben auch den Vorteil, daß die beim Treibfäustel schwer zu vermeidenden Prellschläge nicht auf den Arm des Arbeiters zurückwirken, sondern von dem elastischen Stiele aufgenommen werden, was bei den ovalen Stielen aus geschnittenem oder gespaltenem Holze nicht der Fall ist. Der Nachteil, daß sich ein Fäustel mit rundem Helm in der Hand eines ungeübten Arbeiters leicht dreht, ist in diesem Falle nicht von Bedeutung.

Runde Augen haben etwa 2,5 cm Durchmesser, rechteckige sind 3,5 bis 3 cm lang und 2 bis 2,5 cm breit. Der Stiel ist 40 bis 50 cm lang.

2) Der Keil (Scheitkeil, Strebekeil) besteht aus Eisen und läuft in eine Schneide aus, seine Länge beträgt 18 bis 26 cm. Um das Einklemmen des Keiles zu verhindern, sind seine breiten Seitenflächen nicht eben, sondern gebogen.

In Saarbrücken verwendet man eiserne Schuhe mit hölzerner

Ausfüllung, welche am Kopfe mit einem eisernen Auge und einem Bande versehen sind, um das Zersplittern zu verhüten.

3) Der Fimmel läuft nicht, wie der Keil, in eine Schneide, sondern in eine Spitze aus, er besteht aus Eisen mit verstärkter Spitze, hat etwa 26 cm Länge, ist an der Bahn 3,5 cm, bei  $\frac{2}{3}$  der Höhe 6 cm stark und wiegt 3 kg.

Der Querschnitt ist entweder quadratisch oder länglich. Im letzteren Falle benutzt man den Keil erst flach, später, wenn sich die Klüfte genügend weit geöffnet haben, hochkantig.

4) Die Legeisen (Quetten) sind starke Eisenbleche, welche zur Seite der Keile eingelegt werden, wenn sich dieselben in weiche Gebirgsmassen eindringen, ohne dieselben zu spalten.

5) Die Brechstange ist ein für die Hereintreibearbeit sehr wichtiges Gezähstück. Sie besteht aus einer eisernen Stange, welche an dem einem Ende einen eisernen Schuh besitzt und nach dem andern allmählich spitz zuläuft.

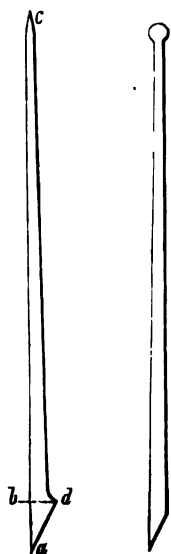


Fig. 168. Fig. 169.  
Brechstange.

Die Brechstange ist nichts anderes als ein zwei-armiger Hebel mit dem Stützpunkte  $d$  (Fig. 168). Es ist deshalb nicht zweckmäßig, den Schuh einfach schräg abzuschneiden, wie bei Fig. 169, und am andern Ende einen Knopf anzubringen, um mit dem Fäustel darauf schlagen zu können. Lange Stangen übertragen die Schläge schlecht und prellen zu sehr, was bei Fimmeln nicht der Fall ist. Außerdem wird die Brechstange unnötig schwer, weil man doch die Höhe des Stützpunktes  $bd$  (Fig. 168) in der Regel beibehält.

6) Endlich finden Gesteinskeilhauen und Spitzhammer (17), erstere gewissermaßen als behelmte Fimmel, letztere in Verbindung mit der Brechstange, zum gänzlichen Hereinbrechen teilweise gelöster Massen Anwendung.

Die Ausführung der Hereintreibearbeit erfolgt:

a) durch Eintreiben von Keilen oder Fimmeln in Klüfte oder Spalten bei nicht unterschränten, durch Sprengarbeit teilweise gelösten Massen, u. a. bei jeder Art von Gesteinsarbeit;

b) durch Gewinnung unterschränter Massen, gleichfalls mit Keilen, Fimmeln oder Brechstangen.

Sind die Ablösungen in den zu gewinnenden Massen regelmäßig, wie die Schichtungsflächen beim Schiefer, so wendet man Flachkeile an, ebenso da, wo das Eindringen des Keiles in weiche Gebirgsmassen verhütet werden soll. Bei weniger dünn geschichtetem Gebirge, wie bei manchem

Sandstein, bei Grauwacke u. s. w., wo die Keilwirkung weniger auf natürliche Absonderung zu rechnen hat, sondern die Massen quer durchbrechen muß, sind dagegen Spitzkeile, also Fimmel, vorzuziehen.

## 5. Die Sprengarbeit.

**28. Allgemeines.** — Die Sprengarbeit oder Bohr- und Schießarbeit ist nach Mitteilung von Ludwig Litschauer<sup>1)</sup> auf Veranlassung des Grafen Jeremias Montecuccoli, eines nahen Verwandten des berühmten Feldherrn Montecuccoli, am Oberbieberstollen zu Schemnitz in Ungarn am 8. Februar 1626 zum ersten Male in Anwendung gekommen. Der erste, welcher diese Arbeit in Angriff nahm, und zu denen gehörte, welche die Anwendung des Pulvers zu Felssprengungen für Kriegszwecke kennen gelernt hatten, war der Tiroler Bergmann Kaspar Weindl. Geschichtlich nachweisbar ist es, daß in Ungarn bei der Erstürmung von Totis (Tata) 1597 und von Raab (Győr) 1598 Petarden und Minen in Gebrauch waren.

Nach Hoppe<sup>2)</sup> ist dann die Sprengarbeit beim deutschen Bergbau zuerst am Harz 1632 und von hier 1644 durch den Harzer Bergmann Morgenstern in Sachsen eingeführt.

Bei der Sprengarbeit hat man zu unterscheiden:

- A. die Herstellung der Bohrlöcher<sup>3)</sup>:
  - a) mit Handarbeit,
  - b) mit Maschinenarbeit.
- B. Das Besetzen und Wegtun der Bohrlöcher.
- C. Regeln für die Ausführung der Sprengarbeit.

### A. Die Herstellung der Bohrlöcher.

#### a. Handarbeit<sup>4)</sup>.

**29. Gezähe.** — Die für die Bohrarbeit erforderlichen Gezähe sind Fäustel, Bohrer, Krätzer oder Wischer, Bohrkluppe oder Bohrschere, Lettenbohrer oder Trockenbohrer, Bohrscheibe, Bohrkranz und Bohrtrog.

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1892, S. 25 u. 179 aus Anton Péchs Geschichte des Oberungarischen Bergbaues, Budapest 1887. Es geht daraus noch nicht zweifellos hervor, ob nicht schon vorher bei dem damals sehr blühenden Tiroler Bergbau Sprengarbeit in Gebrauch war.

2) Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. 1. Lief. Clausthal 1880.

3) G. Nördenström, Beobachtungen und Berechnungen, betr. Hand- und Maschinenbohren. Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 47. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1887, Lit.-Bl. S. 44. (Aus Jern-Kontorets Annalen 1887, Heft 3—5.) — O. Hoppe in Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1892, S. 257. — H. Höfer in Österr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen 1892, Nr. 14.

4) Carl Dolezalek, Der Tunnelbau. Hannover 1890, S. 16.

1) Das Fäustel (Fig. 170 u. 171) besteht aus Eisen mit verstärkten Bahnen oder ganz aus Gußstahl.

Das Fäustel soll, ähnlich wie die Keilhaue, so eingerichtet sein, daß die in demselben gedachte Schwerlinie in einen Kreisbogen fällt, dessen Mittelpunkt im Schultergelenk des Arbeiters liegt. Das Fäustel wird mit gekrümmtem Arm geführt, daher muß die gerade Linie zwischen Fäustel und Schultergelenk als Halbmesser gelten. Dieser beträgt etwa 50 cm.



Fig. 170.

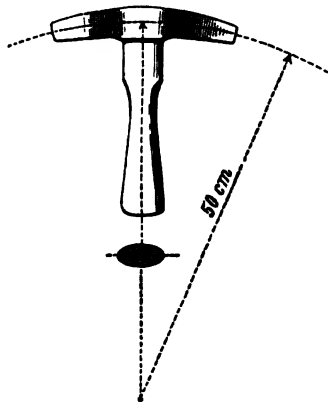


Fig. 171. Bohrfäustel.

Ferner müssen die Bahnen des Fäustels rechtwinklig zur Schwerlinie stehen, verbrochene Kanten haben und etwas gewölbt sein, damit die Schlagwirkung im Schwerpunkte der Bahn vereinigt und in günstiger Weise auf den Bohrer übertragen wird. Bei anderer Einrichtung prellt das Fäustel, ein Teil der aufgewendeten Kraft wirkt in den Arm zurück, treibt den Bohrer zur Seite und kommt nicht zur Wirkung.

Auch muß das Fäustel von dem Ohr bis zu den Bahnen etwas zusammengezogen sein, so daß die letzteren nur

etwa 2,5 cm Seitenlänge haben, was ebenfalls günstig auf das Zusammenfassen der Schlagkraft wirkt.

Das Ohr soll so groß sein, daß man ein Helm von hinreichender Stärke hineinstecken kann, weil dasselbe gerade am Ohr dem Abbrechen am meisten ausgesetzt ist. Dieser Bedingung wird genügt, wenn man das Ohr 4,5 cm lang und 2 cm breit nimmt. Damit durch das Auftreiben des Fäustels bis zu dieser Ohrweite die Eisenstärke nicht zu gering wird, muß schon beim Zuschmieden auf eine entsprechend größere Eisenstärke in der Mitte des Fäustels Rücksicht genommen werden.

Das Fäustelhelm besteht aus Weißbuche oder Esche, ist am vorderen Ende, entsprechend dem Ohr, rechteckig, im übrigen aber halbrund.

Das Gewicht der einmännischen Fäustel beträgt  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  kg, das der zweimännischen etwa 3,5 kg. Für eine besondere Art des Bohrens, das Schlenkerbohren (s. d.), steigt das Gewicht des einmännischen Fäustels bis zu 4 und 5 kg.

In Tirol und Pöföram, wo das Schlenkerbohren viel in Gebrauch ist<sup>1)</sup>, verwendet man Fäustel von 1,2 kg Gewicht mit etwa 0,5 m langem elastischen Stiele von jungen Stämmen eines zähen Nadelholzes (Lärche, Föhre,

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen, 1881, S. 478.

Fichte) mit gekrümmter Handhabe, für welche von jungem Nadelholz die Wurzel mitgenommen wird. Im Rammelsberge bei Goslar haben die Arbeiter Lederriemen durch die Helme gezogen und legen dieselben beim Bohren um das Handgelenk.

Auch beim gewöhnlichen Bohren bedient sich der tiroler Arbeiter eines elastischen Stieles von 0,3 m Länge, bei einem Gewichte des Fäustels von 0,8 kg.

Im allgemeinen soll sich das Gewicht nach der mittleren Armkraft der Arbeiter richten und vor allem nicht so groß sein, daß dieselbe durch das Heben des Fäustels zu rasch ermüdet, aber doch groß genug, um die nötige Kraft zum Schlagen ausüben zu können.

Bei sehr festem Gesteine sind leichtere Fäustel vorzuziehen, weil leichte aber zahlreiche Schläge hierbei mehr, als kräftige, aber langsame Schläge, ausrichten.

2) Kolben-, Kronen- und Meißelbohrer. — Man hat zunächst zu unterscheiden zwischen Bohrern, welche mit Schlag oder Stoß, oder solchen, welche drehend gehandhabt werden.

Zu den ersteren gehören vor allem die Meißelbohrer und ihre Vorgänger, die Kolben- (Fig. 172) und Kronenbohrer (Fig. 173), zu den letzteren die Schlangenbohrer.

Bei den Meißelbohrern unterscheidet man die Bohrstange mit der Bahn, welche die Schläge aufzunehmen hat, und den Bohrkopf als arbeitenden Teil. Der letztere ist immer von Stahl, die Stange kann auch aus Schmiedeeisen bestehen. In neuerer Zeit zieht man jedoch gußstählerne den eisernen Bohrern mit verstärktem Kopfe vor. Die gußstählernen Bohrer sind



Fig. 172.  
Kronenbohrer.

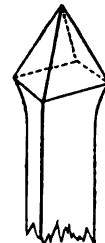


Fig. 173.  
Kolbenbohrer.

zwar teurer in der Anschaffung, nutzen sich aber wenig ab und übertragen auch die Schläge besser auf das Gestein, als eiserne.

Der Querschnitt der Bohrstangen ist am besten viereckig mit gebrochenen Kanten. Die runden und dieser Form sich nähernden achteckigen Stangen lassen sich weniger gut umsetzen.

Die Stärke der Stangen ist 0,7 bis 0,8 der Meißel- oder Kopfbreite, im allgemeinen genügt eine Stärke von 17 bis 20 mm für die Haltbarkeit. Stärkere Stangen werden zu schwer, sind deshalb unnötig teuer und bieten nicht genügenden Raum zum Entweichen des Bohrschmandes, schwächere lassen sich schlecht umsetzen und springen leicht.

Beim einmännischen Bohren ist im allgemeinen

	die Länge der Stangen	die Kopfbreite
für den Anfangsbohrer	48 cm	3,2 cm
- - Mittelbohrer	60 -	2,6 -
- - Abbohrer	80 -	2,0 -



Beim zweimännischen Bohren:

	die Länge der Stangen	die Kopfbreite
für den Anfangsbohrer	74 cm	4,5 cm
- - Mittelbohrer	100—110 -	4,0 -
- - Abbohrer	126 -	3,3 -

Die Form der Meißelschneiden ist je nach der Festigkeit des Gebirges verschieden. Bei Kohlenbohrern, welche (z. B. in Oberschlesien) stoßend geführt werden und deshalb an der Bahn mit einem Knopfe versehen sind, hat man in der Mitte der Schneide eine vorstehende Spitze, auch ist die Schneide sehr schlank zugeführt, so daß die Schneidenflächen nur etwa 3 cm breit ausfallen.

Die Meißel der Gesteinsbohrer (Fig. 174 und 175) sollen eine Breite der Schneidenflächen von 10 bis 12 mm haben. Der Winkel, welchen die letzteren einschließen, soll bei festem Gestein etwa  $70^\circ$  betragen, bei sehr mildem Gestein kann er bis  $40^\circ$  heruntergehen.

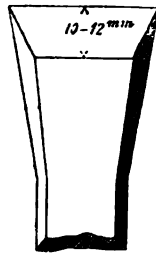


Fig. 174.  
Meißelbohrer.



Fig. 175.

Die Schneide ist bei Gesteinsbohrern am besten ganz gerade, nicht allein wegen der Arbeitsleistung, sondern auch wegen des einfacheren Schärfens. Nur bei sehr festem Gestein, wo man die Ecken gegen eine schnelle Abnutzung schützen muß, erhalten die Schneiden eine geringe Wölbung.

Daß gerade Schneiden bei festem Gestein den vielfach üblichen, halbkreisförmig gebogenen vorzuziehen sind, haben vergleichende Versuche am Piesberge bei Osnabrück ergeben.

3) Der Schlangenbohrer besteht aus einer eisernen oder stählernen Stange mit einem spiralförmig gewundenen Eisen- oder Stahlstabe, der in zwei Spitzen endigt. Das Gewinde kann auch von der Stange getrennt sein, in welchem Falle es in die letztere eingesteckt wird. Am oberen Ende der Stange ist ein Ohr angeschweißt, durch welches ein Holzgriff gesteckt wird.

Der Bohrer wird wie ein Holzbohrer gehandhabt, indem der Arbeiter, mit dem Gesichte dem Stoße zugekehrt, den Bohrer andrückt, oder indem er, mit dem Rücken gegen den Stoß angelehnt, den unter einem Arme hindurch gesteckten Bohrer beim Drehen anzieht.

4) Der Krätzer oder Wischer dient dazu, das Bohrloch von dem Bohrschlamm (bezw. Bohrmehl) zu reinigen. Er besteht aus einer runden oder flachen Eisenstange mit einer kleinen Scheibe an dem einen, sowie einem Ohr am andern Ende. In dem Ohr wird ein Lappen oder etwas Werg befestigt und um den Krätzer herumgewickelt, um nasse Löcher vor dem Besetzen zu trocknen.

5) Die Schere oder Kluppe dient dazu, abgebrochene Bohrerstücke aus dem Bohrloche herauszuziehen. Sie besteht aus zwei Eisenstangen

mit Ösen zum Anfassen. Die eine derselben endet nach unten in zwei federnde Platten, welche das Bruchstück zwischen sich fassen. Durch Niederdrücken der zweiten Stange, welche sich in Ösen an der ersten führt, werden die Platten mit Hilfe eines Ringes zusammengepreßt. Das Bohrerstück wird damit festgehalten und kann herausgezogen werden.

#### b. Maschinenarbeit.

**30. Allgemeines.** — Während es noch nicht gelungen ist, die Schrämmaschinen allgemein betriebsmäßig einzuführen, hat die Arbeit mit Bohrmaschinen einen hohen Grad von Wichtigkeit erreicht und wird mit bestem Erfolge angewendet.

Die Bohrmaschinen arbeiten stoßend und drehend. Die bewegende Kraft ist entweder Menschenkraft (Handbohrmaschinen) oder Preßluft, Druckwasser und der elektrische Strom. Wasserkraft wird nur bei drehenden Bohrmaschinen, Druckluft und Elektrizität sowohl bei diesen, als auch bei stoßenden Maschinen angewendet.

#### I. Handbohrmaschinen<sup>1)</sup>.

**31. Stoßende Handbohrmaschinen.** — Die stoßenden Bohrmaschinen mit Handbetrieb sind für festes Gestein bestimmt. Es gehören hierher die Maschinen von Jordan Son & Meihé, Fritz und Schrader, Faber, Gronert, Dinoire & Maillard<sup>2)</sup>.

Bei allen wird mit Hilfe einer Kurbel nebst Schwungrad der Bohrer angezogen und dabei eine Feder gespannt, welche nach erfolgtem Abgleiten des Greifapparates (Hebendaumen) den Bohrer vorschnellt. Bei der Jordanschen Bohrmaschine<sup>3)</sup> besteht die Federkraft aus Preßluft, bei Fritz und Schrader aus einer Pufferfeder, bei Faber aus einer Spiralfeder.

Durchschlagende Erfolge gegenüber der Handarbeit hat keine der bis jetzt bekannten stoßenden Handbohrmaschinen erzielt, was auch kaum zu erwarten sein wird, denn die Mehrleistung der Arbeiter an der Kurbel dürfte durch die verschiedenen Reibungs- und sonstigen Widerstände der einzelnen Maschinenteile immer wieder aufgewogen werden<sup>4)</sup>. Eine betriebsmäßige Einführung einer dieser Maschinen ist deshalb nirgends erfolgt.

**32. Drehende Handbohrmaschinen<sup>5)</sup>.** — 1) Lisbethsche Maschine. — Die drehenden Handbohrmaschinen sind für Kohle, mildes Gestein und Steinsalz bestimmt. Die erste Maschine dieser Art, welche eine betriebsmäßige Anwendung fand, war die Lisbethsche<sup>6)</sup>.

1) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abt. II, S. 238. — Carl Dolezalek, Der Tunnelbau. Hannover 1890, S. 36.

2) Bull. de la soc. de l'ind. min. Tome II, 1888, S. 305.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1880, Nr. 25.

4) Vergl. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1880, Bd. 28, S. 6.

5) Österr. Zeitschr. 1894, S. 87.

6) Bluhme in Preuß. Zeitschr. 1865, Bd. 13, S. 719, Taf. XV, Fig. 4—8.

Dieselbe besteht aus einer am vorderen Ende mit einem Schlangenbohrer versehenen Schraubenspindel, welche mittels Kurbel durch eine in einem Gestelle festgelegte Schraubenmutter hindurchgedreht wird. Die letztere ist zweiteilig und kann leicht geöffnet und geschlossen werden, so daß das Zurückziehen und Auswechseln der Bohrer wenig Zeit kostet.

Das Gestelle besteht aus zwei, wie eine Rutschere verschiebbaren Teilen, welche mit durchgesteckten eisernen Bolzen festgestellt werden. Mittels einer Steckschraube wird das Gestelle eingespannt.

Um die Hälfte leichter, als das Lisbethsche Gestelle ist das von Schwarzenauer angegebene, unter dem Namen Leopoldshaller Gestelle bekannt gewordene. Dasselbe hat eine ausgedehnte Verwendung gefunden. Es besteht aus zwei teleskopähnlichen Röhren, zwischen denen die zweiteilige, das Gewinde des Schlangenbohrers aufnehmende Schraubenmutter angebracht ist. An beiden Enden sind die Röhren mit Querhäuptern verbunden, durch deren eines die Streckschraube geht, während das andere mit einer zweizackigen Klaue versehen ist.

Während die Lisbethsche Maschine in allen Stein- und Kalisalzbergwerken eine vorteilhafte Verwendung gefunden hat<sup>1)</sup>, ist dies in Kohlengruben weniger der Fall gewesen<sup>2)</sup>.

2) Maschine von Loch in Zabrze. — Auf Königin Luisengrube O./S. kam ein nach Art der Zentrumsbohrer von dem Maschinensteiger Loch

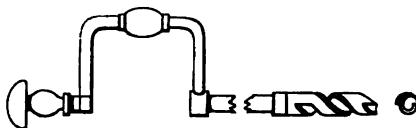


Fig. 176. Lochsche Bohrmaschine.

konstruiertes Gerät (Fig. 176) zur Anwendung<sup>3)</sup>. Dasselbe besteht aus einem gußstählernen gezahnten Rohre mit schraubenlinienartigem Ausschnitte, einem Zwischenrohre, welches je nach Bedürfnis auszuwechseln ist, und der Kurbel.

Der Bohrer wird mit der linken Hand, bzw. mit der Brust ange-drückt und mit der rechten Hand gedreht. Das Bohrmehl gelangt durch die Schraubengänge in das Zwischenrohr und von da ins Freie.

3) Maschine von Staněk und Reska. — Eine von Staněk und Reska hergestellte Handbohrmaschine mit Schneckenbohrer wurde in Mansfeld erfolglos, im 2 m mächtigen Heinrichflötz der Gerhardgrube bei Saarbrücken dagegen mit gutem Erfolge angewendet. Gleichwohl hat die Maschine eine dauernde Anwendung nicht gefunden.

1) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 348.

2) Vergl. Preuß. Zeitschr. 1865, Bd. 13, S. 720.

3) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 353.

4) Maschine von F. Ulrich. — Die Maschine von F. Ulrich in Leopoldshall (D. R. P. Nr. 58027) ist gleichfalls eine solche mit Schlangenbohrer. Mit der den Bohrer tragenden Schraubenspindel *a*, Fig. 177, ist das Stirnrad *g* durch Keil und Nut verbunden und greift in ein Stirnrad *f*, welches mit der Schnecke *d* aus einem Stücke besteht, so daß das Übersetzungsverhältnis zwischen *g* und *f* den Vorschub von *a* bestimmt. Außerdem ist im Gehäuse *b* die Exzenterwelle *i* verlagert und an einem Ende derselben der Hebel *h* befestigt.

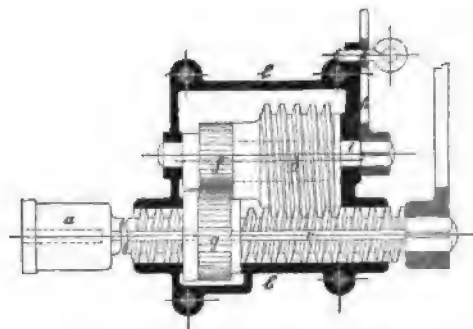


Fig. 177. Ulrichsche Bohrmaschine.

Wird nun die Spindel *a* gedreht, so bewegt das mitgehende Rad *g* das Rad *f* und dieses die Schnecke *d*. Dadurch entsteht je nach der Differenz der Räder und der Gewindesteigung der Spindel eine vor- oder rücklaufende Bewegung der Bohrspindel. Behufs Regelung des Vorschubes ist deshalb die Welle *i* mit Exzenter versehen, um ein Aus- und Einrücken der Schnecke *d* und des Rades *f* zu ermöglichen.

Die mit der Ulrichschen Maschine erzielten Erfolge sind derart zufriedenstellend ausgefallen, daß sie auf den Salzbergwerken Norddeutschlands vielfach an Stelle der Lisbeth-Maschine eingeführt ist. Die letztere hat den Nachteil, daß sich die Schraubenspindel rasch abnutzt, während die Ulrichsche Maschine weit dauerhafter ist.

5) Bohrer von Plom und d'Andrimont<sup>1)</sup>. — Man stellt zuerst mit einer drehenden Bohrmaschine ein Bohrloch von 50 bis 52 mm Durchmesser her und führt in dasselbe den Apparat ein, welcher am unteren Ende zwei zusammengelegte, um ein Gelenk drehbare Flügelschneiden trägt. Beim Drehen treten dieselben immer mehr heraus und stellen so einen trichterförmigen Raum her, welcher den Sprengstoff aufzunehmen hat, so daß derselbe am unteren Ende des Bohrloches zusammengedrängt ist.

Nach Schulz wird beim Schießen mit Schwarzpulver der Vorteil der räumlich zusammengedrängten Ladung zum Teil wieder durch den Umstand aufgewogen, daß ein großer mit Luft gefüllter Raum über der Ladung offen bleibt, wodurch eine erhebliche Beeinträchtigung der Sprengwirkung stattfindet, weil die Ladungsdichte nur noch 0,46 beträgt. Nach Berthelot

1) W. Schulz in Glückauf, Essen 1888, Nr. 32, 33. — Der Bergbau. Gelsenkirchen 1887, Nr. 14. — Comptes Rendus mensuels des réunions de la Soc. de l'ind. min. 1888, S. 4. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1887, S. 728.

verhält sich die Druckwirkung einer Ladung von der Ladungsdichte 1 zu einer solchen von der Ladungsdichte 0,46 wie 1000 : 221.

Bei plastischen Sprengmaterialien kann man den schädlichen Raum allerdings erheblich verkleinern. Da aber plastische Sprengstoffe bis jetzt gleichzeitig solche von großer Brisanz sind, welche für Steinkohlen wenig in Betracht kommen, so dürfte der eben erwähnte Vorteil, welcher im Gebrauche brisanter Sprengmittel für das neue Sprengverfahren liegt, vorläufig wenigstens nicht ausgenutzt werden können.

6) Andere drehende Handbohrmaschinen. — Der Rotationsmeißelbohrer von Schwetka<sup>1)</sup> ist wie der Lochsche ein Zentrumsbohrer, welcher aber nach Art der Lisbethschen Maschine in einem Gestelle ruht und durch Drehung einer Spindel in einer am Gestelle befestigten Schraubennutter gehandhabt wird. — Bei der Bohrmaschine von Abegg<sup>2)</sup> erfolgt die Bewegung und Vorrückung des Bohrers durch Schubklinke und Sperrrad, wie bei der Bohrknarre. Ähnlich ist die Maschine von Richard<sup>3)</sup>.

Die Handbohrmaschine von Jarolimek<sup>4)</sup> ist auch für festes Gestein bestimmt, in Příbram mehrfach angewendet, aber nicht betriebsfähig eingeführt. Die Bohrkronen hat sägenförmige, zum Abbrechen des Gesteins bestimmte Zähne und sitzt an einer hohlen Bohrstange, welche in einer Schraubenspindel befestigt ist. In die letztere greift eine, durch ein Kurbelrad bewegte Schnecke. Die Maschine ist an einer Bohrspreize mit Streckschraube befestigt und wiegt einschließlich Bohrspreize 120 kg.

Bei der Taverdonschen Handbohrmaschine<sup>5)</sup> besteht der Bohrschaft aus einer Röhre, um deren Mäntel eine aus dünnem Stahlblech hergestellte Schnecke gelegt ist. Die Stücke des, mit der Bohrkronen hergestellten, aber gleich zerbröckelten Kerns, welche sich in den hohlen Bohrschaft schieben, treten durch Löcher in den Wandungen desselben in die Schnecke und werden auf diese Weise aus dem Bohrloche entfernt. Der Bohrschaft ist mit seinem hinteren Ende über eine Schraubenspindel geschoben, welche den Bohrschaft bei ihrer Drehung mitnimmt. Die Drehung der Schraubenspindel erfolgt mittels Handkurbel und Vorgelege.

### 33. Handbohrmaschine mit verstellbarem Vorschub.

1) Bohrmaschine System England. — Auf mehreren Zechen bei Dortmund sind Versuche mit einer Bohrmaschine System England angestellt. Der Schlangenbohrer sitzt in einer, auf einem Teile ihrer Länge mit einem Schraubengewinde versehenen Spindel. Das Gewinde greift ähnlich wie

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1864, Nr. 26, S. 201. — Polyt. Zentralblatt 1864, Lief. 16, S. 1051.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 217, 228, 246. — Berggeist 1867, Nr. 21. — Dingers polyt. Journ. Bd. 183, S. 364.

3) The mechanics magazine 1867, S. 9.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1881, Bd. 29, S. 183; 1882, Bd. 30, S. 103, 104.

5) Armengaud, Publ. industrielle 1879, Sér. 2, Bd. V, S. 488.

bei der Ulrichschen Maschine in ein Zahnrad mit zwei Bremsscheiben. Ist die Bremse nicht angezogen, dann wird die Drehung der Spindel nur auf das Zahnrad übertragen, wird das letztere aber gebremst, so bewegt sich die Spindel vorwärts<sup>1)</sup>.

2) Handbohrmaschine von W. Wickardt in Aachen, System Steinaerts<sup>2)</sup> (Gewicht 14 kg). Die Mutter, durch welche die Schraubenspindel geht, kann durch Preßschrauben und Bremsbacken so festgehalten werden, daß die Spindel sich allein um ihre volle Ganghöhe vorbewegt. Andererseits kann man die Mutter so lockern, daß sie an der Drehung teilnimmt, in welchem Falle die Schraubenspindel sich nicht vorwärts bewegt. Zwischen diesen beiden Grenzfällen ist jede beliebige, nach der Härte des zu durchbohrenden Gebirges sich richtende Einstellung möglich.

3) Gesteins- und Kohlenbohrmaschine »Jubile« von Aug. C. Funcke in Hagen, System Bornet für Betrieb durch Knarren, mit selbsttätiger Regulierung des Drucks auf den Bohrer, für Hand- oder Motorenbetrieb. Die Schraubenspindel der Bohrstange ist von einer äußeren zylindrischen, gehärteten Mutter umschlossen, auf welche durch Bremsbacken unter Vermittelung einer Blattfeder und Preßschraube eine Bremswirkung ausgeübt werden kann.

4) Die in Belgien und Mährisch-Ostrau eingeführte Thomas-Maschine (D. R. P. Nr. 67123)<sup>3)</sup>. Auf Grube Gerhard bei Saarbrücken erzielte man mit ihr dieselbe Leistung, wie mit der Wickardt-Maschine, sie hat aber den Vorzug, daß man den Bohrer ohne Neuregelung des Drucks durch einfaches Zurückziehen rasch auswechseln kann. Um die Bohrspindel *C* (Fig. 178) je nach Bedarf freigeben oder festlegen zu können, ist dieselbe in einem Spindelgehäuse *J* gelagert, welches eine die Bohrspindel *C* umfassende zweiteilige Mutter *DD'* enthält. Der untere Teil *D'* ist fest angeordnet, während die obere Hälfte *D* durch eine gekröpfte Welle *E* im Gehäuse *J* auf- und abbewegt werden kann. Gleichzeitig mit der Bewegung der oberen Mutterhälfte *D* erfolgt die eines Bügels *H*, welcher die Bohrspindel umfaßt und sie beim Anheben der oberen Mutterhälfte

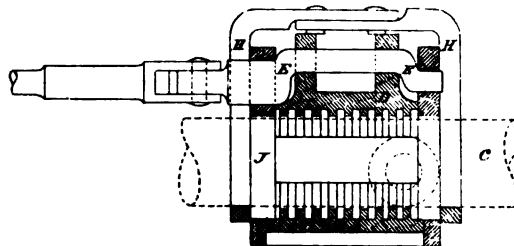


Fig. 178. Thomas-Maschine.

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 122.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 375, Taf. IV, Fig. 11—13.

3) Österr. Zeitschr. 1893, Nr. 23.

aus dem Gewindegange der unteren Mutterhälfte hebt<sup>1)</sup>, um den Bohrer rasch auswechseln zu können.

5) Bei Elliots Bohrmaschine (D. R. P. Nr. 48933), (Fig. 179) wird ein zweiteiliges verschiebbares Gestell wie bei der Lisbethschen Bohrmaschine benutzt, in dessen Schlitten mittels zweier Zapfen die Bohrvorrichtung ruht. Diese besteht aus einem zweiteiligen Gehäuse *A* mit einem inneren, frei drehbaren Schneckenrade *B*, in das von unten die Spindel eingreift. Letztere ist zum Drehen mittels Krückels und Knarre eingerichtet.

Beim Bohren bekommt die Spindel ihren Halt an dem mittels der Flügelschraube *C* fest eingeklemmten Schneckenrade *B*, so daß man also je nach der Pressung ein schnelles und langsames Vorrücken des Bohrers erzielen kann. Im letzteren Falle bewirkt also die sich gleich-

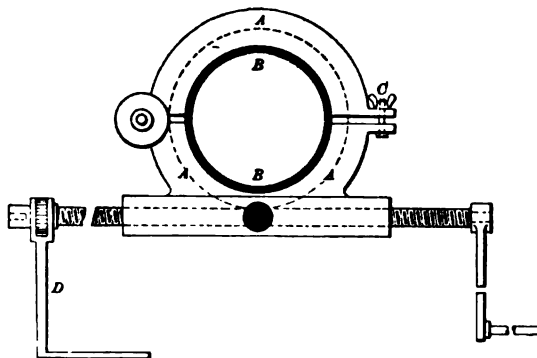


Fig. 179. Elliot's Bohrmaschine.

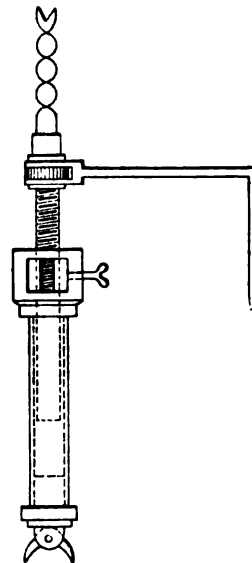


Fig. 180.

bleibende Drehgeschwindigkeit des Arbeiters eine Bewegung des Schneckenrades in entgegengesetzter Richtung, woraus sich ein Vorschub des Bohrers als Differenz beider Bewegungen ergibt.

Die Maschine ergab in dem festen Gestein der Lautenthaler Gruben im Harz ungünstige, im Anhydrit, feuerfesten Ton, in Steinkohlen, im Eisenstein bei Harzburg befriedigende Resultate<sup>2)</sup>.

6) Die »Hardysche« Bohrmaschine (Fig. 180) unterscheidet sich von allen bisherigen durch das Fehlen eines vom Bohrmechanismus getrennt ausgebildeten Gestelles.

1) Glückauf. Essen 1893, S. 902.

2) Preuß. Zeitschr. 1890, Bd. 39. Versuche und Verbesserungen. — Revue universelle III. 1, S. 33. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 376, Taf. IV, Fig. 10.

Ein 0,06 m weites, hohles Rohr von 0,50 m Länge, das unten mit einer Klaue zum Feststellen versehen ist, birgt in sich die Spindel, die im oberen kastenförmigen Ansatz des Rohres durch eine zweiteilige Mutter geführt wird. Letztere liegt in einem schlittenartigen Gestell und kann durch eine Flügelschraube gespannt werden. Das vordere Ende der Spindel trägt außer einer Öffnung zur Aufnahme des Bohrers auch die Drehvorrichtung in Form einer Knarre. Das Rohr bildet aber zugleich das Gestell.

7) Schließlich sind noch die Maschinen von v. Balzberg<sup>1)</sup>, Heise (geliefert von Friemann und Wolf, Zwickau), Universal<sup>2)</sup>, die von Leyendecker<sup>3)</sup> in Saarbrücken verbesserte Maschine von Hardy, sowie diejenigen von Forster & Hüppe in Remscheid (System H, D. R. P. 113085) zu nennen. Beide unterscheiden sich nicht wesentlich von der Lisbeth-Maschine, sind aber leichter, deshalb besser zu handhaben und so eingerichtet, daß durch das mehr oder weniger scharfe Anziehen einer seitlich von den Schraubenmuttern angebrachten Schraube der Vorschub geregelt werden kann.

## II. Mechanische Bohrmaschinen<sup>4)</sup>.

### a. Stoßende mechanische Bohrmaschinen.

**34. Luftpreßmaschinen.** — Die bewegende Kraft ist bei stoßenden Bohrmaschinen Elektrizität oder Luft. Diese wird in Luftpreßmaschinen auf den nötigen Grad der Spannung gebracht.

Man unterscheidet nasse<sup>5)</sup> und trockene Luftpreßmaschinen; bei jenen kommt die durch die Pressung erwärmte Luft mit dem Kühlwasser direkt in Berührung, bei diesen umspült es die Außenwände des Preßraumes. Weil trockene Preßmaschinen weniger schädlichen Raum haben, auch weniger Platz beanspruchen, so zieht man sie den nassen vor.

Unter den in den letzten Jahren in Gebrauch gekommenen Compound- oder Verbundpreßmaschinen versteht man solche, bei denen die Pressung vom atmosphärischen bis zum Enddruck in der Weise geschieht, daß in dem ersten (Niederdruckkompressor) die Luft bis zu einem mittlern Druck gepreßt und dann in einem Behälter gesammelt wird, aus dem sie in den Hochdruckkompressor tritt. Derartige für große Druckluftanlagen bestimmte Anlagen sind auch für bergbauliche Zwecke verwendet.

1) Leobener Jahrb. 1876, Bd. 24, S. 232. — Armengaud, Publication industrielle 1879, Série 2, Bd. V, S. 488.

2) Österr. Zeitschr. 1889, Nr. 28.

3) Preuß. Zeitschr. 1897, Bd. 46. Versuche und Verbesserungen.

4) Fr. F. M. Stapf, Gesteinsbohrmaschinen. Eigener Verlag. 1869. — Handbuch der Ing.-Wissensch. Leipzig 1885, Bd. IV, Abt. II, S. 141. — Die Luftkompressoren auf der Düsseldorfer Ausstellung in Glückauf, Essen 1902, S. 577.

5) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 4.



Diese zweistufige Pressung wird in neuerer Zeit mit trockenen Luftpreßmaschinen und mit zwangsläufigen Steuerungen bis auf 6 Atmosphären bewirkt.

Man kann unterscheiden<sup>1)</sup>:

1) Maschinen mit selbsttätigen Ventilen, gebaut von Schüchtermann & Cremer in Dortmund, G. A. Schütz in Wurzen i. S., R. Meyer in Mülheim a./Ruhr, Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk u. a.

2) Maschinen mit zwangsläufiger Steuerung, gebaut von Pokorny & Wittekind A.-G. in Frankfurt a. M. (Kolbenschieber), C. A. Schütz in Wurzen i. S. (Rundschieber), Maschinenfabrik Burkhardt A.-G. in Basel (Flachschieber).

In Bezug auf Leistung kann man diese große Zahl von Luftpreßmaschinen als ziemlich gleichwertig betrachten.

Die zwangsläufigen Steuerungen ermöglichen auch bei großen Geschwindigkeiten, die Steuerteile richtig zu bewegen und einen hohen volumetrischen Wirkungsgrad zu erzielen, während bei den selbsttätigen Ventilen die Ventilbewegung bei hohen Umdrehungszahlen gegenüber der Luftbewegung zeitlich etwas verschoben wird, woraus ein geringerer volumetrischer Wirkungsgrad erwächst, ohne daß dadurch ein unruhiger Gang der Ventile bedingt wäre. Die Umdrehungszahlen beider Arten von Maschinen sind nicht wesentlich verschieden und in der Regel bis 60 in der Minute zu steigern. Eine weitere Erhöhung ist außer durch die Steuerung auch durch die Erwärmung der Luft mit ihren Gefahren für die Zersetzung des Schmieröles und deren Folgen erschwert.

In Bezug auf die Gesamtanordnung herrscht die liegende Bauart vor, doch ist vor kurzem die erste stehende Luftpreßmaschine auf der Zeche Minister Stein in Betrieb gekommen. Diese Maschine ist von Pokorny & Wittekind A.-G. gebaut und für eine Leistung von 6000 cbm/st, entsprechend etwa 650 PS, bestimmt. Die Umdrehungszahl der mit Kolbenschieber ausgerüsteten Maschine kann bis auf 80 in der Minute gesteigert werden.

Die Luftkompressoren nach dem System Collmann arbeiten stufenweise, liefern bei 70 Umgängen 5200 cbm pro Stunde und haben sich auf den Zechen Caroline und Vollmond in Westfalen gut bewährt<sup>2)</sup>. Elektrisch angetriebene Luftkompressoren<sup>3)</sup> von solider Bauart und auf Rädern fahrbar, welche vor dem Arbeitsort oder wenigstens an der Grenze der Schlagwetterzone in der Grube aufzustellen sind, verfertigt die Firma Reavell & Comp. in Ipswich<sup>4)</sup>. Allerdings werden mehrere kleine Kompressoren einen geringeren Wirkungsgrad haben, als ein einziger großer und es würde sich in der Praxis erst noch erweisen müssen, ob dieser

1) Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1901, S. 776.

2) Glückauf. Essen 1901, S. 973.

3) Glückauf. Essen 1902, S. 611.

4) Österr. Zeitschr. 1901, S. 545. — Iron and Coal Trades Review 1900, S. 1109.

Nachteil die mit einer solchen Einrichtung verbundenen nahe liegenden Vorteile auszugleichen vermag.

Gewöhnlich kostet 1 cbm Preßluft von etwa 5 Atmosphären Spannung bei Anwendung einer besonderen Dampfmaschine rund 2  $\mathcal{R}$ , wovon  $\frac{1}{3}$  auf Zinsen und Tilgung zu rechnen ist<sup>1)</sup>.

35. Die **Röhrenleitungen** bestehen aus Gußeisen und Schmiedeeisen mit eingeschalteten Kompensationsvorrichtungen für Änderungen der Temperatur. Im Rammelsberge bei Goslar hat man mit gutem Erfolge Mannesmannröhren verwendet. Dieselben haben nur 3 mm Wandstärke und sind bei gleicher Festigkeit leichter, als die geschweißten schmiedeisernen Röhren.

Die Spannungsverluste sind nahezu direkt proportional der Länge der Leitungen und dem Quadrate der Geschwindigkeit, umgekehrt proportional dem Querschnitte der Röhren.

Die Geschwindigkeit der Luft in den Rohrleitungen beträgt etwa 1 m für die Sekunde; danach ist der Querschnitt der Röhren zu bestimmen.

Für Krümmungen gibt es Universalgelenke, mit denen man der Rohrleitung jeden Winkel von 98—180° geben kann.

36. Als **Luftansammler (Regulatoren)** benutzt man alte Dampfkessel oder eigens dazu hergestellte Zylinder, sowie in festem Gestein hergestellte Räume wie in Mansfeld und in den Oberharzer Gruben. Bei Anwendung nur einer Preßpumpe muß der Inhalt der Luftansammler mindestens dem 20-fachen des Luftbedarfs für die Minute entsprechen. Bei mehreren Pumpen genügt das 4- bis 10-fache des Luftverbrauchs für die Minute<sup>2)</sup>.

Diese unterirdischen Lufträume haben sich jedoch auf die Dauer nur in festem, von Schichtungsflächen und Schlechten nicht durchzogenem Gestein bewährt. Die hohe Temperatur der Preßluft hat in vielen Fällen das Gestein undicht gemacht und zu starken Luftverlusten Veranlassung gegeben. Ein nachträgliches Dichten durch Cementverputz hat keinen Erfolg gehabt.

In Mansfeld hat man mit Vorteil mehrere solche Luftkammern unter sich verbunden<sup>3)</sup>.

37. **Allgemeines über stoßende Bohrmaschinen.** — Die bekanntesten stoßenden Bohrmaschinen sind hergestellt von Sachs, Osterkamp, Ingersoll, Burleigh, Darlington, Neill, Dubois & François, Meyer, Frölich, Jäger, Schram & Mahler, Beaumont, Broßmann u. a.<sup>4)</sup>

Bei der großen Schädlichkeit, welche der trockene Gesteinstaub für die Lunge der Arbeiter hat, ist es unbedingt erforderlich, daß man, wie

1) L'air comprimé et ses applications. Dunod, Paris. — Auszug im Bulletin de la soc. de l'ind. min. tom. IV, livr. III. 1877, S. 654.

2) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 7.

3) Preuß. Zeitschr. 1893, Bd. 41, S. 119.

4) A. Pfeffer, Über Gesteinsbohrmaschinen. Ebenda 1889, Nr. 5.

es u. a. in St. Andreasberg geschehen ist, durch Mitführung von Druckwasserleitungen das Ausspülen der Bohrlöcher, auch der sog. trockenen, ermöglicht. Vergl. 47 3. Abs. 3.

Jede stoßende Maschine muß drei Arbeitsleistungen verrichten, und zwar den Bohrer

- 1) vorstoßen und zurückziehen,
- 2) nach jedem Schlage umsetzen,
- 3) Die Maschine mit dem Tieferwerden des Bohrlochs vorrücken.

Während die erste und zweite Arbeit von den Maschinen immer selbsttätig verrichtet wird, geschieht die dritte in der Regel mit der Hand.

Die für die Ausübung dieser drei Arbeitsleistungen bestimmten Maschinenteile sind zwar in ihrer Ausführung sehr verschieden, im Prinzip jedoch ganz ähnlich und lassen sich deshalb nach wenigen Systemen ordnen.

1) Das Vorstoßen und Zurückziehen des Meißels geschieht bei allen Maschinen dadurch, daß ein im Zylinder befindlicher Kolben, mit dessen Kolbenstange der Meißel verbunden ist, durch eine Steuerung und mit Preßluft oder durch elektrischen Strom — über Tag auch mit Dampf — hin und her bewegt wird.

Die Steuerung ist meistens der von Dampfmaschinen ähnlich. Es ist (mit Ausnahme u. a. der Osterkamp'schen Maschine) ein Muschelschieber, der sich in einem Schieberkasten befindet und die Luft durch Kanäle abwechselnd vor und hinter den Kolben gelangen läßt.

Während bei den bekannteren Bohrmaschinen die frische Luft, genau wie der Dampf bei Dampfmaschinen, in den Schieberkasten tritt, und die verbrauchte Luft durch die Höhlung des Muschelschiebers ihren Ausweg findet, ist die Anordnung bei der Sachsschen Maschine die umgekehrte.

Abgesehen von den Maschinen Darlington und Neill, bei denen ein besonderer Steuerungsmechanismus überhaupt nicht vorhanden ist, geschieht die Bewegung der letzteren auf zweierlei Art, nämlich einmal — wiederum nach Art nicht rotierender Dampfmaschinen — durch die Bewegung der Kolbenstange und durch Hebelübersetzung (ältere Maschinen, wie Ingersoll, Sachs, Meyer u. s. w.), oder dadurch, daß die Druckluft abwechselnd auf die eine oder andere Seite des Schiebers, bew. hinter dort angebrachte kleine Kolben tritt (Dubois & François, Schram u. s. w.).

Die letztere Einrichtung ist bei allen neueren Maschinen getroffen und hat den Vorteil, daß dadurch die Reparaturbedürftigkeit der Maschinen auf ein Minimum gebracht ist. Alle Bohrmaschinen sind ferner so eingerichtet, daß der Vorstoß gegen das Gestein mit größerer Kraft ausgeführt wird als das Zurückziehen. Man erreicht dies einfach dadurch, daß man die Luft zum Vorstoßen auf die hintere, größere Kolbenfläche wirken läßt während sie beim Zurückziehen des Meißels nur eine ringförmige Fläche vorfindet, weil sich auf dieser Seite die dicke Kolbenstange befindet.

2) Das Umsetzen des Meißels geschieht bei den verschiedensten Einrichtungen nur auf zweierlei Weise, und zwar bei den älteren Maschinen dadurch, daß mittels einer Schubklinke beim jedesmaligen

Rückgange des Bohrers ein Rädchen (Schaltrad) um einen Zahn herumgedreht wird. An diesem Rädchen befindet sich entweder ein vierkantiger Dorn, über welchen sich der hohle Kolben hinwegchiebt (z. B. Osterkamp, Frölich u. s. w.), oder der Dorn befindet sich am hinteren Ende des Kolbens und schiebt sich durch das Rädchen hindurch (z. B. Sachs). Ist der Dorn rund, so hat er eine gerade Nut, in welcher ein in der Nabe des Schaltrades angebrachter Führungsstift gleitet. Bei dieser Anordnung können Kolben und Bohrer ungehindert hin und her gehen, müssen aber gleichwohl der Drehung des Schaltrades folgen.

Der Mechanismus, mit dessen Hilfe der Schubklinke ihre Bewegung erteilt wird, läßt sich bei den einzelnen Maschinen leicht verstehen.

Die zweite Art des Umsetzens ist diejenige mit Drallzügen und Sperrrad (Schaltrad). Bei ihr vollzieht sich das Umsetzen des Meißels ohne beweglichen Mechanismus und wird sie, weil damit ein weiterer, der Abnutzung ausgesetzter Teil der Bohrmaschinen wegfällt, dem Umsetzen mittels Schubklinke bei allen neueren Maschinen vorgezogen.

In der hinteren runden Kolbenstange sind 1 oder 2 Drallzüge, d. h. spiralförmig gewundene Nuten eingearbeitet, während ein in diese Nuten passender Stift sich in der Nabe eines Sperrrades befindet, durch welches die Kolbenstange hindurch geht. Beim Zurückgehen würde der Kolben trotz der Drallzüge geradeaus gehen, wenn das Sperrrad nicht durch eine Sperrklinke festgehalten würde, somit müssen Kolben und Bohrer die Drehung allein machen. Beim Vorstoßen dagegen geht der Bohrer geradeaus, weil nunmehr das Rad die Drehung mitmacht, denn die Sperrklinke hindert es an dieser Bewegung nicht.

3) Das Vorrücken der Maschine. — Das Vorrücken geschieht bei allen Maschinen entweder durch Drehung einer Schraubenspindel, während die Maschine mit der zugehörigen Schraubenmutter fest verbunden ist, oder die letztere wird gedreht und die Spindel liegt fest, in welchem Falle die Mutter von einer Hülse umgeben ist, welche mit der Bohrmaschine ein festes Stück bildet.

Die erstere Einrichtung findet sich bei allen denjenigen Maschinen, welche mit der Hand vorgerückt werden, zu welchem Zwecke an der Spindel eine Kurbel angebracht ist, die andere an den Maschinen mit selbsttätiger Vorrückung.

Die Drehung der Schraubenmutter beim selbsttätigen Vorrücken wird durch eine Schubklinke vermittelt, welche ein mit der Mutter fest verbundenes Schaltrad Zahn um Zahn dreht. Der Mechanismus zur Bewegung der Schubklinke ist hier sowohl, als beim Umsetzen des Bohrers bei jeder Maschine verschieden, hat jedoch auch wieder die Übereinstimmung, daß die durch eine Feder angedrückte Schubklinke nur dann einen neuen Zahn fassen und die Maschine vorwärts schieben kann, wenn das Bohrloch entsprechend weit vorgerückt ist.

Da jedoch die Maschinen durch das Hinzutreten der zum selbsttätigen Vorrücken nötigen Teile nicht unwesentlich reparaturbedürftiger werden, so wird bei allen neueren Maschinen das Vorrücken mit der Hand vorgezogen, zumal man, wie es bei der Jäger- und Duisburg-Maschine geschehen ist, Vorkehrungen treffen kann, um ein Anschlagen des Kolbens gegen den Zylinderdeckel zu verhüten.

4) Meißel und deren Befestigung. — Als Meißel verwendet man am besten einfache, nur bei ungleich hartem Gestein und beim Ansetzen des Bohrlochs z-förmige oder dreischneidige Meißel. Diese haben sich im Rammelsberge bei Goslar besser bewährt, als Kreuzmeißel und andere Formen.

Die Befestigung der Bohrer muß derart sein, daß sie ein rasches Auswechseln, nicht aber ein vorzeitiges Lösen derselben während der Arbeit ermöglicht. Dieser Bedingung entspricht u. a. eine aus zwei Bügeln bestehende Bohrerklammer, in welcher der eingesteckte Meißel durch zwei Schrauben festgehalten wird, siehe Tafel III, Fig. 1.

38. **Maschine von Sachs.** — Sowohl die Steuerung, als das Umsetzen des Meißels und das Vorrücken der Maschine geschieht durch Hebelmechanismen mit Drehbolzen. Die Maschine hat deshalb den Nachteil großer Reparaturbedürftigkeit, ein Umstand, welcher die Beschaffung mehrerer Reservemaschinen und die Einrichtung einer größeren Reparaturwerkstatt auf der Grube erforderlich macht. Aus diesem Grunde ist die Sachssche Maschine mehr und mehr außer Anwendung gekommen, trotzdem sie den Vorteil eines geringen Luftverbrauches hat.

39. **Maschine von Dubois & François.** — Diese Maschine<sup>1)</sup>, durch Verbesserung derjenigen von Sommeiller entstanden, ist eine der ersten, bei welcher die Meißelbewegungen unter Vermeidung von Hebelmechanismen zum Teil durch Preßluft bewerkstelligt wurden. Außer in französischen und belgischen Gruben ist sie in ausgedehnter Weise bei dem Richtstollen des Gotthard-Tunnels, ferner in mehreren westfälischen Gruben (Herne-Bochum, Engelsburg), in Friedrichslegen bei Oberlahnstein u. s. w. angewendet.

In einem Bronzezylinder (Tafel I, Fig. 1) bewegt sich ein Kolben *B*, dessen verlängerte Stange *A* den Bohrer aufnimmt. Mit diesem Zylinder aus einem Stücke ist die Steuerungskammer *F* angefertigt, in welcher der mit zwei kleinen Kolben *HH'* verbundene Schieber *G* spielt.

Der Kolben *H* hat eine kleinere Druckfläche als der Kolben *H'*. Die Preßluft tritt in die Kammer *F* ein und drückt auf beide Kolben. Durch die größere Fläche des Kolbens *H'* erfolgt die Bewegung nach rechts, der Schieberkanal *x* öffnet sich und der Bohrer stößt gegen das Gestein.

1) Bull. de la soc. de l'ind. min. Sér. 2. t. I, S. 389; t. II, S. 385, 32, 58. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1873, S. 167; 1875, S. 398; 1874, S. 21. — The Mining Journal. London, Vol. 45, S. 1041. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876, S. 57 u. 251; 1874, S. 354.

Der Kolben  $H'$  ist mit einer engen Bohrung  $ii$  versehen, welche der Preßluft gestattet, in die Kammer  $I$  einzutreten und das Gleichgewicht auf beiden Seiten des Kolbens  $H'$  herzustellen. In diesem Augenblicke ist also nur noch der Druck auf den Kolben  $H$  wirksam und der Schieber bewegt sich nach links. Dadurch wird der Kanal  $x$  geöffnet und der Kolben geht zurück.

Die Kolbenstange  $A$  trägt einen Wulst  $C$ , welcher in seinem rückwärtigen Laufe das Pedal  $D$  hebt und dadurch das Ventil  $E$  öffnet, die Preßluft entweicht aus der Kammer  $I$  und der Kolben  $H'$  wird wiederum nach rechts geschoben.

Das Umsetzen des Bohrers geschieht durch zwei einfach wirkende Kolben  $PP'$  (Taf. I, Fig. 2 u. 3), deren Zylinder durch zwei Öffnungen  $mn$  (Fig. 1) mit den Schieberkanälen verbunden sind.

Die abwechselnde Bewegung der Kolben  $PP'$  wird durch die Stange  $Z$  dem Schaltrade  $V$  (Taf. I, Fig. 1 und 4) im Vorderteile der Maschine mitgeteilt und dadurch in derselben Weise auf Kolbenstange und Bohrer eingewirkt, wie bei der Sachsschen Maschine.

Das Vorrücken der Maschine geschieht mit der Hand und zwar dadurch, daß man mit einer Kurbel die Schraubenspindel dreht, während die zugehörige Mutter  $R$  am Bohrzylinder befestigt ist.

Die Bohrmaschinen von Dubois & François brauchen drei Pferdestärken. Bei einem Luftverbrauch von 180 bis 200 Liter macht der Bohrer in 1 Minute gewöhnlich 250 bis 300 Schläge, soll aber bis 500 machen können.

Das Gewicht der Maschine ist 220 kg, ihre Abnutzung infolge der soliden Bauart und der geringen Zahl der beweglichen Teile eine geringe.

Von der neuesten Bauart der Meyerschen Maschine mit Differentialkolben zeigt Fig. 181 einen Längsschnitt, Fig. 182 einen Schnitt nach  $\alpha\beta$ , in Fig. 183 die obere Ansicht des Schieberspiegels. Den Schieber vertreten die drei untereinander durch eine zentrale Stange verbundenen Steuerkolben  $cc'n$ , von denen der Kolben  $n$  einen kleineren Querschnitt besitzt, als die Kolben  $c$  und  $c'$ . Die in den Schieberkasten tretende Luft strömt in der gezeichneten Stellung durch den Ringkanal  $b$  und den Kanal  $e$  in den Schlagzylinder und treibt den Kolben rückwärts, bezw. nach rechts in der Figur. Sobald er die Bohrung  $o$  freilegt, tritt die Luft durch diese hinter den Steuerkolben  $c$  und treibt diesen nach rechts, da die rechte Seite des Steuerkolbens  $c'$  dann durch die Bohrung  $o$  mit der äußeren Luft in Verbindung steht, also entlastet ist. Nach der gedachten Umsteuerung tritt die Luft im Schieberkasten durch den Ringkanal  $b'$  auf die hintere (rechte) Seite des Schlagkolbens und treibt diesen vorwärts. Sowie hierbei der Kanal  $o'$  freigelegt wird, geht der Steuerkolben wieder in die gezeichnete Stellung zurück und das Spiel beginnt von neuem. Um nun den Steuerkolben in seinen Endstellungen festzuhalten, also sein Flattern bei den verschiedenartigen Stellungen zu

verhindern, sind folgende Einrichtungen getroffen: Die Kanälchen  $i$  ermöglichen ein allmähliches Entweichen der Luft im Raume  $m$ , wenn die Steuerkolben in diesen Raum hineingehen, durch die Ausströmungskanäle  $a_1$  und  $a_2$  bei  $A$  (vergl. Fig. 181) ins Freie; ferner wird durch den kleinen Querschnitt des Kolbens  $n$  erreicht, daß die Kolben  $c$  und  $c'$  in ihren Endstellungen durch die Differenz des Druckes auf ihre Flächen und diejenigen des Kolbens  $n$  in allen Lagen der Bohrmaschine festgehalten werden.

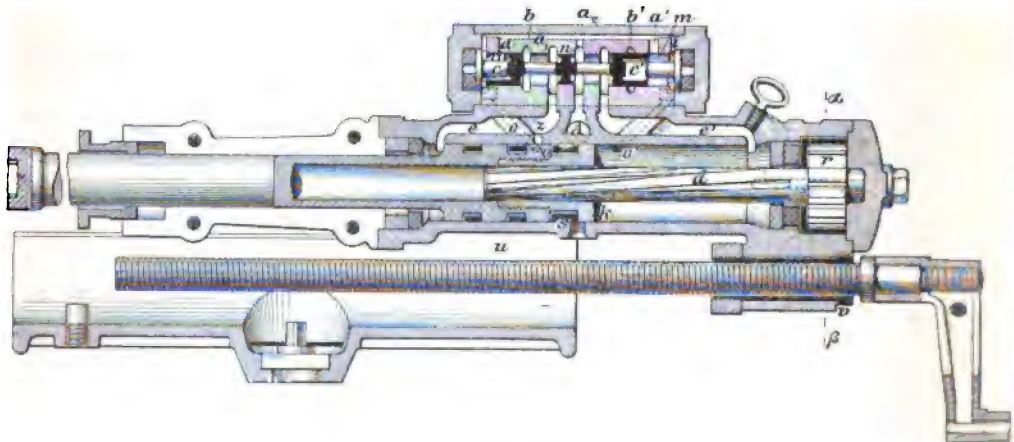


Fig. 181.

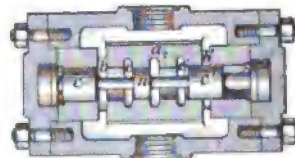
Fig. 182. Schnitt nach  $\alpha\beta$ .

Fig. 183.

Maschine von Meyer, neueste Bauart.

Um zu verhüten, daß der Schlagkolben, wenn der Bohrer nicht auf das Gestein trifft, gegen den vorderen Zylinderdeckel stoße, ist in ihm die Nut  $s$  ausgedreht. Diese überdeckt beim Überschreiten des Kolbenhubes die Bohrung  $x$ , die den Kanal  $e$  mit dem Inneren des Schlagzylinders verbindet. In dieser Stellung tritt nun die Druckluft aus dem Kanale  $c$  durch die Bohrung  $o$  hinter die linke Fläche des Steuerkolbens  $c$  und steuert diesen um. Dadurch gelangt die Druckluft aus dem Schieberkasten durch den Kanal  $c'$  hinter den Schlagkolben und hinter die rechte Fläche des Kolbens  $n$  und steuert den Schieber wieder nach links, in die in Fig. 183 gezeichnete Stellung um; das Spiel des Steuerkolbens beginnt dann aufs neue. Der Schlagkolben kann, wegen seines Beharrungs-

vermögens, diesem Spiele nicht folgen und behält seine Stellung. Erst wenn beim Vorschieben der Maschine von Hand der Bohrer wieder aufs Gestein stößt und die Aussparung  $s$  die Bohrung  $z$  nicht mehr überdeckt, fängt der Schlagkolben wieder seinen gewöhnlichen Gang an.

Die Meyersche Maschine, neueste Bauart, wird in 4 Größen von 74 bis 430 kg Gewicht gebaut<sup>1)</sup>.

**40. Maschine von Schram und Mahler.** — Bei der Maschine von Schram und Mahler erfolgt die Steuerung ähnlich wie bei Dubois & François durch einen mit zwei Steuerkolben  $I$  und  $II$  versehenen Muschelschieber  $s$  (Taf. I, Fig. 5 u. 6). Zur Führung ist noch der Stift  $t$  angebracht. Mit den Räumen hinter den Steuerkolben  $I$  und  $II$  ist je ein Kanal  $x$  und  $x'$  verbunden, welche im Inneren des Arbeitszylinders münden.

Da die Luft (bei  $a$ ) in den Schieberkasten eintritt, so ist der Kolben  $K$  bei der in Taf. I, Fig. 5 gezeichneten Stellung auf dem Rückwege begriffen. Wird dabei die Öffnung  $x'$  frei, so tritt die Luft auch hinter den Steuerkolben  $I$  und schiebt den Muschelschieber nach rechts. Am Ende des Vorstoßens erfolgt das Umsteuern, indem die Luft durch  $x$  hinter den Steuerkolben  $II$  tritt.

Sofort nach der Umsteuerung stehen die Kanäle  $x$  und  $x'$  für einen Moment mit der Ausströmung  $b$  in Verbindung. Die Spannung der Luft wird dadurch nach dem Vorschieben der Steuerkolben wieder fortgenommen, so daß die demnächst hinter den Gegenkolben tretende Luft auf der andern Seite nur den Atmosphärendruck vorfindet.

Die Vorrichtung zum Umsetzen des Bohrers besteht aus dem Sperrrad  $r$  mit dem vierkantig gewundenen Dorn  $d$ , welcher in eine, in der vorderen Kolbenfläche von  $K$  angebrachte Mutter  $u$  eingreift. Zwischen dem Sperrrade und der Zylinderbohrung liegt eine Abschußscheibe, durch welche der Dorn  $b$  und die beiden Kanäle  $v$  und  $v'$  hindurchgehen. In die Zähne des Sperrrades greift der Sperrhaken  $w$  ein und auf den letzteren drückt der Schaltkolben  $k^2$ .

Beim Vorschub des Arbeitskolbens drückt die Preßluft durch die Kanäle  $v$  und  $v'$  gegen die untere Fläche des Schaltkolbens, der Sperrhaken wird entlastet und die Zähne des Sperrrades gleiten hinter ihm hinweg, wobei der Dorn dem ohne Drehung sich nach vorwärts bewegenden Arbeitskolben nachgibt, sich also mit dem Sperrrade drehen muß. Vollführt dagegen der Arbeitskolben den Rückhub, so ist die Spannung im hinteren Teile des Zylinders aufgehoben. Dagegen strömt Preßluft durch den Kanal  $y$  (Taf. I, Fig. 6) auf den Schaltkolben, welcher damit den Sperrhaken andrückt, das Sperrrad wird festgehalten, der Arbeitskolben muß der Windung des Dornes folgen und sich drehen.

Das Vorrücken der Maschine im Führungsmantel geschieht mit der Hand.

<sup>1)</sup> Handbuch der Ing.-Wissensch. IV, 2, 2. Aufl., S. 196.



Auch die Schramsche Maschine hat sich mehrfach praktisch bewährt, so u. a. auf der Erzgrube Dörnberg bei Ramsbeck, in Friedrichsseen bei Oberlahnstein, Emser Blei- und Silberwerke zu Ems, im Rammelsberge bei Goslar u. s. w.

Nach den Ramsbecker Erfahrungen leistete die Maschine in einer 7 monatlichen Betriebsperiode vor einem Stollenorte das 2,77fache mit 10% Kostenersparnis und in einem Gesenke das 2,96fache mit 38%, Kostenersparnis im Vergleiche zur Handarbeit.

Im Rammelsberge brauchte man die Schramsche Maschine für alle Gestelle, auch für leicht gebaute, tragbare Säulen, während man andere Maschinen von größerem Gewichte (Meyer) nur für schwere Fahrgestelle verwendete.

**41. Frölichsche Maschine<sup>1)</sup>.** — Die Steuerung ist derjenigen der Schramschen Maschine ganz ähnlich.

In den beiden mit dem Muschelschieber verbundenen Steuerkolben *I* und *II* befinden sich die rechtwinkligen Kanäle *a* und *b* (Taf. II, Fig. 1), welche abwechselnd mit den in der Zylinderwand angebrachten Öffnungen *c* und *d* durch die punktierten Kanäle *e* und *f* verbunden sind.

Bei der gezeichneten Stellung des Arbeitskolbens findet die Preßluft durch die Öffnungen *c* und *d* ihren Eingang in beide Kanäle *e* und *f*, kann aber nur hinter den Steuerkolben *II* treten, weil der Kanal *a* nicht mit *e* in Verbindung steht. Dagegen tritt die Preßluft durch die Öffnung *g* vor die ringförmige Fläche des Steuerkolbens *I* und schiebt denselben gemeinschaftlich mit der hinter dem Kolben *II* befindlichen Luft nach links, bewirkt also damit die Umsteuerung.

Auf der vollen Fläche des Kolbens *I* steht bei dieser Bewegung verdünnte Luft, welche so lange verdichtet werden muß, bis der Kanal *a* über der entsprechenden Öffnung von *e* steht, worauf die Luft durch *c* unter dem Muschelschieber hinweg entweicht.

Gleichzeitig wird auch die Ringfläche des Kolbens *I* im Augenblicke des Umsteuerns durch *g* mit der Ausströmung unter dem Muschelschieber in Verbindung gesetzt und damit entlastet.

Die Einströmung von Preßluft hinter beide Steuerkolben dauert demnach nur so lange, als die Kanäle *a* und *b* mit den Öffnungen *c* und *d* verbunden sind, hört dieses bei dem Fortbewegen des Schiebers auf, so wirkt die Luft von da ab durch Ausdehnung.

Der eben geschilderte Vorgang findet in umgekehrter Weise statt, sobald durch die weitere Bewegung des Kraftkolbens nach links die Öffnung *c* wiederum frei wird und somit durch *a* mit der großen Fläche des Steuerkolbens *I* in Verbindung tritt.

<sup>1)</sup> Wochenschrift deutsch. Ingenieure 1879, S. 333. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 24, S. 37; Bd. 26, S. 381.

Das Umsetzen des Meißels wird durch die mit Drallzügen versehene Spindel  $S$  und die Schalträder  $R$  und  $R'$  bewirkt. Das Festhalten des Schaltrades  $R$  beim Rückgange des Meißels, bezw. des Kolbens, geschieht, wie bei Schram, durch verdichtete Luft. Sobald nämlich der Kolben seine äußerste Stellung nach rechts erreicht hat, tritt der ringförmige Ausschnitt  $i$  der Kolbenstange mit  $k$  und somit durch einen seitlich angebrachten Kanal mit dem Raume hinter dem Schaltrade  $R$  in Verbindung. Da gleichzeitig der Schieber nach links geschoben ist und frische Luft auf die rechte Seite des Kolbens tritt, so gelangt ein Teil derselben auf dem angegebenen Wege auch hinter das Schaltrad  $R$  und bleibt dort so lange eingeschlossen, bis bei der äußersten Kolbenstellung nach links der Ausschnitt  $l$  mit  $k$  in Verbindung tritt und die Luft nunmehr unter dem inzwischen nach rechts geschobenen Muschelschieber hinweg entweichen kann.

Da das Schaltrad  $R$  jetzt entlastet ist und seiner Drehung im Sinne der Drallzüge nichts mehr im Wege steht, so kann der Kolben mit dem Meißel geradeaus gehen.

Die Vorbewegung der Maschine geschieht mit der Hand.

Vor beiden Zylinderdeckeln ist eine Puffervorrichtung angebracht, um die Schläge des Kolbens unschädlich zu machen.

Eine neuere Einrichtung der Frölich'schen Bohrmaschine mit Zylinderschiebersteuerung<sup>1)</sup> (D. R. P. Nr. 38624) hat sich noch nicht viel eingeführt.

Eine Frölich'sche Maschine älterer Bauart von 65 mm Zylinderdurchmesser wiegt mit dem Bohrschuh 75 kg, die dazu gehörige Spannsäule 95 kg.

In den Mansfelder Kupferschiefer-Bergwerken stellten sich die Leistungen der Frölich'schen Maschinen im Vergleich zur Handarbeit folgendermaßen<sup>2)</sup>.

Im Liegenden des Flötzes, also in festem und sehr festem Gestein:

auf den Freiesleben-Schächten wie	3,53 : 1
im Schafbreiter Revier	- 4,78 : 1
im Hirschwinkler Revier	- 3,87 : 1
im Durchschnitt wie	4,06 : 1;

auf dem Flötz dagegen, d. h. in weniger festem Gestein:

im Schafbreiter Revier wie	3,46 : 1
im Hirschwinkler Revier -	3,06 : 1
im Durchschnitt wie	3,23 : 1.

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 32, S. 837.

2) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 216; 1886, Bd. 34, S. 241; 1889, Bd. 37, S. 327.

Im großen und ganzen sind bei den Frölichschen Bohrmaschinenbetrieben die Leistungen

im Conglomerat	4—4 $\frac{1}{2}$ mal
im Sandstein und tonigen Rotliegenden	3 $\frac{1}{2}$ —4 -
im Flötz	3—3 $\frac{1}{2}$ -

so groß gewesen, wie beim Handbetriebe.

**42. Jägersche Maschine.** — Die Frölichsche Maschine hat durch Jäger in Düsseldorf einige Abänderungen erfahren, welche ihr einen selbsttätigen Vorschub und eine ebenso wirkende Arretierung des Stoßkolbens (beim Durchschlagen oder Lösen desselben) geben. Ferner liegen alle schnell verschleißenden Teile außerhalb der Maschine, können leicht ausgewechselt und fast sämtlich durch Grubenschlosser angefertigt werden. Außerdem soll die Jägersche Maschine durch Vereinfachung der Luftverteilung schneller arbeiten und entsprechend mehr leisten, als die ursprüngliche Frölichsche Maschine.

Bei den Versuchen im Rammelsberge bei Goslar ergab die Jägersche Maschine bei geringer Reparaturbedürftigkeit und geringem Luftverbrauche eine hohe Leistung. Der selbsttätige Vorschub wurde jedoch beseitigt, weil er zu oft versagte.

Auch in Mansfeld hat man mit den Jägerschen Maschinen, mit denen man die maschinellen Bohrarbeiten in eigenem Betriebe fortsetzte, sehr günstige Resultate erzielt, indem man die Kosten soweit herunterbrachte, daß sie sogar bei Eilbetrieb nur noch 11,71% höher waren, als mit Handarbeit und zwar mit 4,52mal so hoher Leistung.

Bei langsamen Betrieben, bei welchen man die Bohrlöcher möglichst ebenso ansetzte, wie bei Handarbeit, gelang es gegenüber der letzteren einen doppelt so großen Fortschritt zu erzielen, während die Betriebskosten in zwei Fällen noch um 15,47% bzw. 9,55% höher, dagegen in einem dritten Falle um 5,42% niedriger ausgefallen sind, als es bei Handarbeit der Fall gewesen sein würde<sup>1)</sup>.

**43. Maschine der Duisburger Maschinenfabrik.** — Das neue, nur für Handvorschub eingerichtete System der Duisburger Maschinenfabrik (D. R. P. Nr. 47660) unterscheidet sich von der Jägerschen Maschine hauptsächlich dadurch, daß der bei der letzteren angebrachte Mechanismus zum Stillsetzen des Stoßkolbens bei zu weitem Vorfliegen desselben fortfällt und daß dagegen der Stoßkolben nur durch direkte Einwirkung der Druckluft, ohne jede Klinke oder sonst abnutzbare Maschinenteile bei zu langem Hube festgehalten wird. Überschreitet nämlich der Kolben beim Stoßhub die Kanäle *b* und *c*, Fig. 184, so tritt mit der Ausströmungsöffnung in Verbindung stehende Preßluft vor und hinter den Kolben, hebt deren Bewegung auf und verhindert so ein Durchschlagen des Deckels.

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 358.

Diese rasch beliebt gewordene Maschine wird in zwei Größen hergestellt, nämlich mit 67 und 55 mm Zylinderdurchmesser. Die größere wiegt 80 kg, die kleinere 55 kg, jene wird für fahrbare, diese für tragbare Gestelle (Bohrspreizen) angewendet. In Mansfeld wird die Duisburger Maschine beim Strebschießen und zu Schrägversuchen benutzt und hat sich gut bewährt. Beim Oberharzer Bergbau ist sie fast ausschließlich in Anwendung.

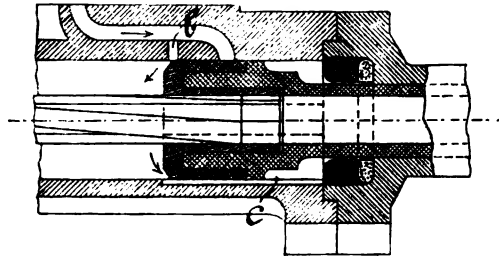


Fig. 184.  
Arretiervorrichtung der Duisburger Bohrmaschine.

In neuerer Zeit wird die Maschine mit einer selbstlösenden Sperr- bzw.

Umsetzungsvorrichtung versehen. Das Sperrrad wird im Gehäuse durch eine Feder gehalten, welche eine Drehung des Sperrrades zuläßt, sobald die Reibung überwunden wird. Arbeitet die Maschine z. B. in klüftigem Gebirge und ist der Meißel eingeklemmt, so wird beim Rückzug des Stoßkolbens das Sperrrad durch den zurückgehenden Kolben entsprechend der Steigung der Drallspindel gedreht, bei normalem Arbeiten der Maschine aber festgehalten. Durch diese Anordnung werden Brüche der Sperrklinken und Sperrräder sicher vermieden.

**44. Maschine von Paul Hoffmann.** — Die von Paul Hoffmann in Eisfeld gebaute Innenspindelmaschine unterscheidet sich von allen andern Maschinen dadurch, daß die Vorschubspindel in einer Büchse in der Achse der Maschine liegt, wodurch es ermöglicht wird, einen leichteren Schlitten anzuwenden, der die eigentliche Maschine fast ganz umschließt und eine sichere Führung bildet. Das Umsetzen erfolgt durch zwei auf der Kolbenstange eingeschnittene Drallzüge. Der Zylinderdurchmesser beträgt 70 mm, der Hub 160 mm, die ganze Länge der Maschine 1020 mm, ihr Gewicht gegen 80 kg. Alle Teile, welche den meisten Reparaturen ausgesetzt sind, wie Sperrräder, Sperrklinken u. s. w. liegen so, daß sie von jedem Arbeiter ausgewechselt werden können. Die Maschine wird im Siegerlande vielfach angewendet.

**45. Maschine von Broszmann und Kachelmann.** Taf. VI, Fig. 2 bis 5<sup>1)</sup>. — In die Reihe derjenigen Maschinen, bei welchen die Bewegung des Steuermechanismus unter Vermeidung aller reparaturbedürftigen und zerbrechlichen Maschinenteile einfach und zweckmäßig lediglich durch Preßluft erzielt wird (Schram, Frölich, Jäger) ist auch diejenige von Broszmann getreten und hat sich u. a. beim Eisenerzbergbau der Ilseder

1) Handbuch d. Ing.-Wissenschaften. Leipzig 1885, Bd. IV, Abteil. II, Kap. VIII, S. 202, 206, 211, Taf. XIV, Fig. 1–4.

Hütte in Bülten und Adenstedt in Bezug auf Leistung und geringe Reparaturbedürftigkeit sehr gut bewährt.

In Fig. 2 nehmen die Steuerkolben  $ff'$  ihre äußerste Stellung nach links ein und werden in derselben dadurch erhalten, daß die äußeren Flächen beider Steuerkolben entlastet sind, bzw. mit der atmosphärischen Luft in Verbindung stehen, und zwar die äußere Fläche des Kolben  $f'$  durch  $h'$ , die Einschnürung  $m$  und die Ausströmung  $d$ , diejenige des Kolbens  $f$  durch  $h$ ,  $x$  und  $d$ . Der auf beiden ringförmigen Flächen stehende beständige Druck hebt sich für beide Richtungen auf.

Die Preßluft tritt durch den Kanal  $x$  in den Zylinder und treibt den Kolben nach rechts, wobei die verbrauchte Luft durch  $x$  und  $d$  entweicht. Sobald der Kolbenhub nahezu vollendet ist, macht die linke Kolbenfläche die Öffnung des linken Umsteuerungskanals  $h'$  frei und läßt die Preßluft hinter den linken Steuerkolben  $f'$  treten. Da gleichzeitig die Einschnürung  $m$  den rechten Umsteuerungskanal  $h$  mit der Ausströmung  $d$  verbindet, so kann die hinter dem rechten Steuerkolben  $f$  stehende atmosphärische Luft entweichen und es erfolgt die Umsteuerung von links nach rechts, damit aber auch sofortige Entlastung des Steuerkolbens  $f'$ , weil die äußere Fläche desselben im Augenblicke des Umsteuerns durch  $h'$ ,  $x$  und  $d$  mit der atmosphärischen Luft in Verbindung steht. Durch den Puffer  $g$  kann die Stellung des Steuerschiebers geregelt werden.

Das Umsetzen des Meißels geschieht durch Schaltwerke, welche aus einem geraden vierkantigen Dorne  $e$  nebst dem Sperrrade  $q$  und aus einer spiralig gewundenen Kolbenstange  $a$  nebst Sperrrad  $i$  bestehen. Geht der Kolben vorwärts, so wird er durch den vom Sperrrad  $q$  festgehaltenen Dorn geradlinig geführt, während das Sperrrad  $i$  sich wegen der gewundenen Kolbenstange drehen muß. Beim Rückwärtsdrehen des Kolbens wird das Sperrrad  $i$  festgehalten, während sich Kolben, bzw. Meißel, der Dorn  $e$  und das Sperrrad  $q$  drehen. Der Vorschub der Maschine erfolgt von Hand.

**46. Maschine von Flottmann.** — Diese neue Bohrmaschine, Type ZK (Taf. IX, Fig. 1—4) unterscheidet sich von den andern bekannten Maschinen zunächst durch eine eigenartige Einrichtung der Steuerung. Der Muschelschieber, dessen Bewegung immerhin einige Reibung verursacht, ist durch einen Rundsteuerkolben ersetzt. Das Öffnen und Schließen der zu den Steuerkolben führenden Kanäle, welches bei den meisten Maschinen ohne besonderen Arbeitskolben geschieht, wird mit Hilfe eines »Pendelschiebers«  $A$  besorgt, der sich um den Zapfen  $b$  dreht. Die Preßluft tritt bei  $q$  bzw.  $q_1$  (Fig. 1) in das Steuergehäuse und gelangt bei der Stellung des Steuerkolbens  $S$ , wie ihn Fig. 2 und 4 zeigt, durch den ringförmigen Kanal  $r$  in den Kanal  $l$  und von hier weiter in den Einstromungskanal  $n$  des Arbeitszylinders (Fig. 2), und treibt den Arbeitskolben, der sich in seiner rechten äußersten Stellung befindet, nach vorwärts. Die verbrauchte Preßluft, die links vom Arbeitskolben hinausgedrückt wird, gelangt durch

$n_1-l_1$  in den Ausströmungskanal  $c$ ; ein Teil derselben muß durch die Kanäle  $d-d_1$ , dann weiter durch den Kanal  $g-h$  hinter den Steuerkolben  $S$  gelangen, da nämlich der Pendelschieber  $A$  in der gezeichneten Stellung infolge einer an ihm angebrachten Aussparung die Mündungen  $e-f$  der Kanäle  $d_1 g$  überbrückt und so letztere miteinander in Verbindung bringt. Die hierdurch hinter den Steuerkolben gelangte Luft bewirkt die Umsteuerung und wirft den Steuerkolben nach links. Die Luft, welche sich vor dem Steuerkolben befindet, entweicht durch  $h_1, g_1, f_1$  und dann durch ein kleines Loch, welches im Pendelschieber über der Mündung  $f_1$  eingebohrt ist, in das Zylinderinnere und zwar in den Raum, der durch die Verjüngung des Kolbens gebildet wird, und von hier durch eine Öffnung des Zylinders ins Freie. Der Arbeitskolben hat mittlerweile seinen Weg soweit fortgesetzt, daß die rechte schräge Schulter desselben an den Pendelschieber gelangt und denselben rechts hebt, in welchem Augenblicke die Verbindung der Kanäle  $d_1 g$  unterbrochen wird, und der Druck hinter dem Steuerkolben aufhört. Auch der Arbeitskolben empfängt in diesem Augenblicke keinen frischen Druck mehr zur Vorwärtsbewegung, weil die Einstromung  $qr$  nicht mehr mit dem Kanal  $l$  in Verbindung steht. Derselbe ist vielmehr durch den Steuerkolben geschlossen. Dieser hat jetzt auf der linken Seite den ringförmigen Kanal  $r_1$  mit  $l_1$  in Verbindung gebracht, das Druckmittel wird durch den Einstromungskanal  $n_1$  in den Arbeitszylinder gelangen, und der Kolben infolge des Beharrungsvermögens und der Expansion der Luft über seine Mittelstellung hinaus soweit geschleudert, bis er entweder vor den vorderen Zylinderdeckel schlägt oder vorher in dieser Bewegung durch Aufschlagen des eingesetzten Bohrmeißels auf das zu bohrende Gestein aufgehalten wird. Das Druckmittel, welches vor dem Arbeitskolben wirkt, kann jetzt den Kolben von rechts nach links bewegen. Der Pendelschieber befindet sich vorläufig noch immer links unten und hat die Kanäle  $e_1, f_1$  überbrückt, so daß die gebrauchte Luft, die beim Rückgange hinter dem Arbeitskolben herausgepreßt wird, durch  $n, l, c, d, d_1, l_1, f_1, g_1, h_1$  vor den Steuerkolben gelangt und umsteuert, d. h. von links nach rechts ihn bewegt. Der Arbeitskolben hat mittlerweile durch seine linke schräge Schulter den Pendelschieber links gehoben, und wird so lange weiter rückwärts fliegen, bis der frische Druck überwiegt. Um ein Anprallen des Kolbens an den hinteren Deckel zu verhüten, was für den ruhigen Gang der Maschine sehr wichtig ist, wurde die Mündung des Einstromungskanals  $n$  in das Zylinderinnere soweit von der hinteren Wand entfernt, daß, sobald der Kolben den Kanal geschlossen hat, zwischen Kolben und Zylinderdeckel ein wirksames Luftkissen vorhanden ist, welches als Puffer wirkt und gleichzeitig Spannung genug besitzt, den Kolben soweit wieder nach vorn zu schleudern, bis der Kanal  $n$  frei wird und der Vorgang in derselben Weise von neuem beginnt.

Um die volle hintere Kolbenfläche, welche bei den übrigen Bohr-

maschinen durch die Drallspindel verkleinert wird, ausnutzen zu können, hat sich der Erbauer der Maschine eine einfache Einrichtung patentieren lassen. Er läßt nämlich die von rechts her einströmende Luft mit Hilfe der Aussparungen in der Drallmutter *M*, Fig. 2, auch auf die innere Fläche der, für die Drallspindel *D* geschaffenen Höhlung des Kolbens treten und gewinnt dadurch an nutzbarer Druckfläche ebensoviel, als durch die Dicke der Drallspindel verloren sein würde.

Zur Drallspindel gehört das im hinteren Zylinderende angebrachte Sperrrad *R* mit zwei Sperrklinken *K*, welche durch Spiralfedern *F* vorge-drückt werden (s. Fig. 3).

Außer dieser großen Maschine, welche 120 kg wiegt und 600 *M* kostet, baut die Firma Flottmann & Co. in Bochum noch eine kleinere Maschine, bei der indes unter Wegfall des Pendelschiebers die Umsteuerung in derselben Weise geschieht, wie bei den vorhin besprochenen Maschinen. Das Gewicht der kleineren Maschine ist 85 kg, ihr Preis 480 *M*.

47. **Maschinen ohne Steuermechanismus.** — 1) Die Maschine von Darlington<sup>1)</sup> steht allen bisher genannten an Einfachheit und geringer Reparaturbedürftigkeit voran. Der ihr anhaftende Mangel eines größeren Verbrauches von überdies stärker gepreßter Luft wurde später durch zweckmäßige Einrichtung möglichst verringert.

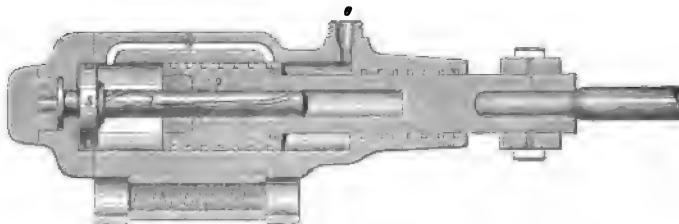


Fig. 185. Bohrmaschine von Darlington. (Horizontalschnitt.)

Der Zylinder hat an der Seite eine Einströmungsöffnung *o* (Fig. 185) und oben in der Zylinderwand eine Ausströmung *o'*, außerdem ist an dem Zylinder eine Verstärkung angegossen, in welcher sich ein Seitenkanal *b* befindet.

Die frische Luft drückt dauernd auf die kleinere Kolbenfläche *a* und schiebt zunächst den Kolben zurück. Sobald der Kanal *b* frei wird, tritt die Luft auch hinter die große Kolbenfläche und es erfolgt der Vorstoß mit einer der Differenz beider Kolbenflächen entsprechenden Kraft. Dem-nächst wird der Kanal *b* wieder verschlossen und die Luft wirkt noch eine Zeitlang durch Ausdehnung, bis sie nach dem Freiwerden der Ausströmung *o'* entweicht.

1) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 239.

In diesem Augenblicke bekommt der dauernde Druck auf die kleinere Kolbenfläche wieder das Übergewicht und der Meißel wird zurückgezogen.

Das Umsetzen des Meißels erfolgt durch das mit einer Sperrklinke verbundene Schaltrad  $s$  und den mit Drallzügen versehenen Dorn  $l$ , über welchen sich der Kolben hinwegschiebt.

Die Vor- und Rückwärtsbewegung der Maschine wird mit der Hand bewirkt.

Die erforderliche Spannung der Luft soll  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Atmosphären, der Verbrauch 0,54 l pro Hub und zwar beim Vorstoßen 0,32 l und beim Rückgange 0,22 l betragen.

Die Maschine macht bis 500 Schläge in der Minute bei 105 mm Hub, sie wurde früher im Rammelsberge bei Goslar viel gebraucht, besonders in Verbindung mit nicht fahrbaren Gestellen (hydraulischen Bohrsäulen) in den Abbauen.

Reynolds Maschine<sup>1)</sup> ist ähnlich der von Darlington.

2) Die Maschine von Neill<sup>2)</sup> ist eine Verbesserung derjenigen von Darlington. Sie beseitigt den, wenn auch nur in geringem Grade bei dieser vorhandenen Mangel, daß durch das Pressen der Luft im engeren Zylinderteile Kraftverluste entstehen, und gibt der Pressung nur soweit Raum, als es zur Herstellung eines Puffers notwendig ist.

Die Preßluft strömt bei  $O$  (Taf. III, Fig. 1) in den Raum  $r''$  hinter dem Kolben  $K$  ein und stößt denselben mit Volldruck so lange vor, bis der Luftweg  $w$  bei  $x$  geöffnet wird. In diesem Augenblicke ist auch der Schlag des Bohrers gegen das Gestein ausgeführt.

Von den Zylinderräumen  $r$  und  $r'$ , welche bis dahin mit atmosphärischer Luft gefüllt waren, wird  $r'$  jetzt mit  $r''$  in Verbindung gesetzt, der Druck auf die Ringfläche  $qq$ , welche doppelt so groß ist als  $q'q'$ , stößt den Kolben zurück, die Öffnung  $x$  wird geschlossen, die Ausströmung  $o'$  frei und in  $r'$  das Gleichgewicht mit der atmosphärischen Luft wieder hergestellt, worauf das Spiel von neuem beginnt. Der Raum  $r$  steht dauernd mit der Atmosphäre in Verbindung.

Das Umsetzen des Meißels und das Vorrücken der Maschine geschieht ebenso wie bei derjenigen von Darlington.

Die Maschine hat vor der letzteren auch noch den Vorzug, daß sie bei gleicher Konstruktion um  $\frac{1}{3}$  billiger kommt.

3) Die Maschine »Triumph« der Ruhrtaler Maschinenfabrik<sup>3)</sup> ist eine weitere, wesentliche Vervollkommnung derjenigen von Darlington und Neill. Der Kolben hat eine ringförmige Einschnürung, welche mit, in der Längsrichtung des Kolbens liegenden Kanälen in Verbindung steht. Von

1) Österr. Zeitschr. 1876, S. 153.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 239.

3) Glückauf. Essen 1901, S. 729.



diesen Kanälen münden fünf auf der schmalen Rückzugsseite, fünf auf der größeren Kolbenfläche. Beim Vorstoßen wirkt die Luft nur mit  $\frac{1}{3}$  Volldruck, im übrigen aber durch Ausdehnung, weil die Verbindung der Einschnürung mit der Einströmung durch die Bewegung des Kolbens, wie bei den Maschinen von Darlington und Neill, bald abgeschnitten wird. Sobald die eine oder die andere Seite des Kolbens mit, in der Zylinderwand angebrachten, Austrittsöffnungen verbunden ist, wird die betreffende Kolbenseite entlastet und die Luft auf der andern Seite bekommt das Übergewicht, beim Vorstoß wegen der größeren Kolbenfläche, beim Rückzug wegen der auf der großen Kolbenfläche wirkenden, durch die Ausdehnung veranlaßten geringeren Spannung.

Die Abdichtung des Kolbens wird durch leicht auswechselbare Federn bewirkt, so daß damit die bei den früheren Maschinen durch Undichtwerden des Kolbens veranlaßten Luftverluste vermieden sind.

Bei den in den Clausthaler Gruben mit der Triumph-Maschine angestellten Versuchen, welche günstig ausgefallen sind, hat man eine weitere, für die Gesundheit der Arbeiter wichtige Einrichtung getroffen, indem man auch bei trockenen, d. h. aufwärts gerichteten Bohrlöchern den Gesteinstaub durch Wasserspülung beseitigt hat. Die Bemühungen nach dieser Richtung sind nicht neu, denn schon auf Zeche Ver. Hamburg bei Witten hatte man die Meißel der dort gebrauchten Sachsschen Bohrmaschine der Länge nach durchbohrt<sup>1)</sup>, sodaß das Spülwasser an der Meißelschneide zum Austritt gelangte. Das Durchbohren verteuerte aber die Maschine zu sehr, auch mochte wohl, um Verstopfung zu verhüten, eine sehr sorgfältige Reinigung des Wassers nötig sein. Neuerdings hat der Betriebsinspektor Thimer auf Zeche Monopol bei Dortmund eine ähnliche Vorrichtung zum Patent angemeldet. Ebenso mußte man es aufgeben, bei nassen, d. h. nach unten gerichteten Bohrlöchern das Wasser vorn in das Bohrloch einzuspritzen, denn der Wasserstrahl hielt den Bohrschmand zurück, anstatt ihn auszuspülen, wodurch sogar Klemmungen des Bohrers entstehen können.

Auf Vorschlag der Ruhrtaler Maschinenfabrik führt man in den Clausthaler Gruben nunmehr ein einfaches, genügend dünnes Blechrohr neben dem Meißel in das Bohrloch ein, verbindet dasselbe durch einen Gummischlauch mit einer zu diesem Zweck mitgeführten Wasserleitung und erreicht damit vollkommen den beabsichtigten Zweck.

**48. Andere Maschinen.** — Außer den oben angeführten Maschinen gibt es noch eine Anzahl anderer, deren eingehende Beschreibung zu weit führen würde.

Die Maschine von Osterkamp<sup>2)</sup> ist ebenso, wie die von Sachs, eine der ersten betriebsmäßig angewendeten, jetzt aber außer Gebrauch ge-

1) Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 369.

2) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 349.

kommenen Maschinen, diejenigen von Burleigh<sup>1)</sup> und Ingersoll<sup>2)</sup> sind in England und Amerika in Anwendung. Bei der neuen Ingersoll-Maschine ist die Anschlagssteuerung fortgelassen und dafür Luftsteuerung nach Art der deutschen Maschinen eingeführt.

Die Maschine von Haupt<sup>3)</sup> ist für Dampf eingerichtet. Sie hat eine hohle Kolbenstange, in welche das Bohrgezähe von hinten eingesetzt wird, so daß eine Auswechslung ohne Rückbewegung der Maschine möglich ist. Die Steuerung geschieht durch einen Schieber, das Umsetzen und Vorücken mit Sperrklinke und Schalträdern.

Ferner gehören dahin die Maschinen von: Brydon, Davidson und Warrington (Power Jumper<sup>4)</sup>), Max Kean<sup>5)</sup>, Ferroux<sup>6)</sup>, Fowle<sup>7)</sup>, Wood<sup>8)</sup>, Warring<sup>9)</sup> (mit Dampf betrieben), Warsop<sup>10)</sup>, ferner von Austin<sup>11)</sup>, von Prince<sup>12)</sup>, der Champion von Ullathorne<sup>13)</sup>, von Levet<sup>14)</sup>, die Maschine von Sotzmann<sup>15)</sup>, Rosenkranz, Angstroom, Barlow,

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1873, S. 316. — Berggeist 1873, S. 427. — Österr. Zeitschr. 1873, S. 176.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874, S. 159 u. 437. — Hipp in Dingers pol. Journal, Bd. 185, S. 401. — Revue universelle 1901, Tome LVI, Nr. 1, S. 5.

3) Österr. Zeitschr. 1867, S. 335. — Glückauf 1867, Nr. 39.

4) Amtlicher Bericht von der Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874, Bd. 1, S. 36. — Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 91; 1876, Bd. 24, S. 147. — Glückauf. Essen 1874 Nr. 7. — The Mining Journal. London, Vol. 43, S. 1305. — Zeitschrift d. Ver. deutscher Ingenieure. Berlin 1874, S. 721. — Dingers polyt. Journ. Bd. 215, S. 300.

5) Dr. Zwick, Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873, S. 72. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1873, S. 190. — Dingers polyt. Journal Bd. 206, S. 172. — Bulletin de la société de l'ind. min. Paris, T. 3, S. 620, 629, 634. — The Mining Journal. London, Vol. 42, S. 854, 878; Vol. 43, S. 238, 956, 1304, 1432; Vol. 44, S. 1097; Vol. 45, S. 862.

6) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 367. — Österr. Zeitschr. Wien 1874, S. 354; 1875, S. 315. — Dingers polyt. Journal Bd. 215, S. 495. — Glückauf. Essen 1874, Nr. 51. — The Mining Journal. London, Vol. 46, S. 354. — Bulletin de la soc. de l'ind. min. Paris, 2. sér., t. 3, S. 619, 621, 634. — Bericht über die General- und Wanderversammlung des montanistischen Vereins für Steiermark und des berg- und hüttenm. Vereins f. Kärnten. Klagenfurt 1875, S. 37.

7) The Mechanics Magazine. Vol. 89, S. 112.

8) The Engineering and Mining Journal. New York, Vol. 17, S. 145. — The Mining Journal. London, Vol. 44, S. 373. — Berggeist. Köln 1873, S. 486.

9) The Engineering and Mining Journal. New York, Vol. 17, S. 225. — The Mining Journal. London, Vol. 44, S. 528.

10) The Mining Journal. London, Vol. 44, S. 873. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1875, S. 322. — Österr. Zeitschr. Wien 1876, S. 155.

11) The Mining Journal. London, Vol. 43, S. 392.

12) Ebenda, Vol. 45, S. 653.

13) Ebenda, Vol. 45, S. 545, 763, 882.

14) Ebenda, Vol. 45, S. 653.

15) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871, S. 137.

Gotthelf, Halsey (Economiser, Stugger<sup>1)</sup>, Eclipse<sup>2)</sup>, Wilh. Hesseln (D. R. P. Nr. 29227), Hesshuysen (D. R. P. Nr. 27697)<sup>3)</sup>, H. Clark Sergeant (D. R. P. Nr. 29472)<sup>4)</sup>, The Adelaide Rock Drill<sup>5)</sup>, Rio Tinto (System Mac Culloch)<sup>6)</sup>, Climax, Barzano<sup>7)</sup>.

Eine neuere Maschine ist die von der Dingerschen Maschinenfabrik in Zweibrücken gelieferte nach dem System Kuzel (D. R. P. Nr. 56,761)<sup>8)</sup>.

49. **Elektrische Stofsbohrmaschinen**<sup>9)</sup>. — Die elektrische Kraftübertragung hat auch für die Bohrmaschinenarbeit eine große Bedeutung erlangt (vergl. 25), besonders dort, wo man entfernt liegende natürliche Wasserkräfte ausnutzen kann und wo man mit zwar hartem, aber gleichmäßigem Gestein zu tun hat. Meißelklemmungen, wie sie in ungleich hartem Gestein nicht zu vermeiden sind, werden durch Stauung des elektrischen Stromes weit mehr zerstörend auf die elektrischen, als auf die Luft-Bohrmaschinen einwirken. Diesen Übelstand wird man durch mechanische Einrichtungen vielleicht mildern können. Die elektrischen Bohrmaschinen dürfen aber dadurch nicht an Einfachheit und an praktischer Brauchbarkeit in der Grube verlieren, denn das mechanisch Vollkommenste ist nicht immer das praktisch Brauchbarste, am wenigsten in der Grube, wo man mit Nässe, Schmutz und unsanfter Behandlung zu rechnen hat.

Bei Jenkins<sup>10)</sup> Maschine ist mit dem Bohrmeißel ein elektrischer Motor verbunden und zwar durch einen biegsamen Schaft. Die Maschine macht 300 Schläge in der Minute, ihr Gewicht beträgt 100 kg.

Die Morgan-Maschine<sup>11)</sup> wird von zwei Paar Hufeisenmagneten bedient. Der eine derselben zieht den Bohrer an, der andere schlägt ihn vor. 200 Schläge in der Minute, Hub 8 Zoll (engl.), Gewicht 750 Pfd. (engl.).

Andere stoßende elektrische Bohrmaschinen sind diejenigen von Du-lait-Forget und C. Bornet<sup>12)</sup>.

Mit allen elektrischen Bohrmaschinen lassen sich kleine Elektromotore verbinden, welche zur Verhütung von Gesteinsstaub Spülwasser in die Bohrlöcher spritzen. (Vergl. 47.)

50. **Maschine van Depoele**<sup>13)</sup>. — Die in Frankfurt a. M. 1891 von

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1885, S. 273. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 444.

2) Bull. min. 1879, Serie II, Bd. 8, S. 903. Mit Abbildung.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 166.

4) Ebenda, S. 444.

5) Fabrik von Jordan Son & Commans. Engineering 1886, S. 636.

6) Revue industrielle 1891, S. 143.

7) Annales industrielles 1890, S. 350.

8) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 976, Taf. V, Fig. 19, 21.

9) Revue univ. des mines etc. 1901, Tome LVI, Nr. 1.

10) The Electrical World 1890, S. 77.

11) The Electrical World 1890, S. 349.

12) Revue univ. 1901, Tome LVII, Nr. 1, S. 22.

13) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1897, S. 244. — H. Drolz in Österr. Zeitschr. 1894, S. 480.

Thomson-Houston ausgestellte stoßende Maschine van Depoele, Modell E, besteht im wesentlichen, wie die zuerst von Siemens & Halske angegebene stoßende Bohrmaschine (D. R. P. Nr. 9469 i. J. 1879, s. u.), aus drei nebeneinander liegenden Solenoiden, innerhalb welcher ein Eisenkern durch fortwährende, mittels Wechselstrom erzielte Ummagnetisierung der beiden äußeren Spulen in eine rasche hin- und hergehende Bewegung versetzt wird. Der Eisenkern wird von der mittleren Spule mittels intermittierenden Gleichstroms magnetisiert und ist direkt mit dem Schlagkolben, in welchem der Bohrer befestigt ist, verbunden. Die Ummagnetisierungszahl in der Minute entspricht der Polwechselzahl der Wechselströme. Spulen, sowie Eisenkern sind in einem festen eisernen Gehäuse eingeschlossen. Das Umsetzen des Bohrers geschieht in einfacher automatischer Weise (Spiralnut und Sperrrad) und macht derselbe bei jedem Hube  $\frac{1}{8}$  Umdrehung.

Der Hub beträgt 138 mm, die Anzahl der Schläge in der Minute 325. Das Vorrücken der Maschine geschieht mit der Hand.

51. **Maschine Marvin.** — Älter als die Maschine van Depoele ist diejenige von Marvin<sup>1)</sup>. Dieselbe ist u. a. auf den Erzherzogl. Friedrichschen Werken in Ungarn eingeführt und zwar auf den Spateisensteingruben in Bindt und Metzenseifen, in nächster Nähe von Rostoken, wo die Siemenssche Kurbel-Stoßbohrmaschine in Betrieb ist.

Nach den bisherigen Erfahrungen wird die Maschine Marvin der Maschine van Depoele entschieden vorgezogen.

Zum Anschluß an die Bohrmaschine dient ein 20 bis 30 m langes biegsames Kabel mit einer Anschlußdose. Das Kabel ist bis zu dieser in einen 1 m langen Kautschukschlauch eingelegt, der es vor Knickungen und äußeren Beschädigungen schützt.

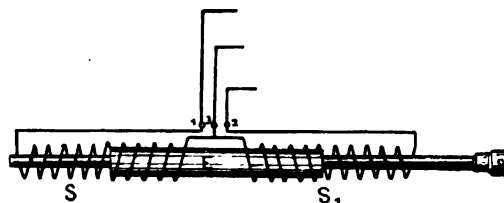


Fig. 186. Marvin-Maschine.

Die Bohrmaschine Marvin, geliefert von der »Union«, Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin, besteht im wesentlichen aus zwei magnetisierenden Spulen  $S$  und  $S_1$  mit den Kontakten 1, 2, 3, s. Fig. 186, die von einem eisernen Rohre umschlossen werden und in deren Inneren ein Eisenkern  $E$  derartig angeordnet ist, daß er eine Längsbewegung ausführen kann. Indem man durch die Spulen abwechselnd einen Strom in umgekehrter Richtung gehen läßt, wird der Eisenkern in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt. Durch die Drehung der Bürsten um den Kollektor

1) The Electrical World 1890, S. 272. — Drolz in Österr. Zeitschr. 1896, Nr. 37, 38. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1897, S. 326. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 1492, 1526.

werden wellenförmig verlaufende Ströme abgenommen, d. h. Ströme, deren Spannungsdifferenz sich nach einem Sinusgesetze ändert. Während einer vollen Umdrehung der Bürsten findet ein Stromwechsel statt. Infolge des geteilten Kollektorrings durchläuft der Strom in der halben Zeit einer Umdrehung die eine und nach erfolgtem Stromwechsel die zweite Spule. Der Eisenkern *E* wird unter dem Einfluß dieser Wechselwirkung der Spulen bei jeder Umdrehung der Bürsten einmal hin- und hergeschleudert. Die Schlagzahl der Bohrmaschine ist daher gleich der Umdrehungszahl der Bürsten, das ist im Mittel 340 in der Minute.

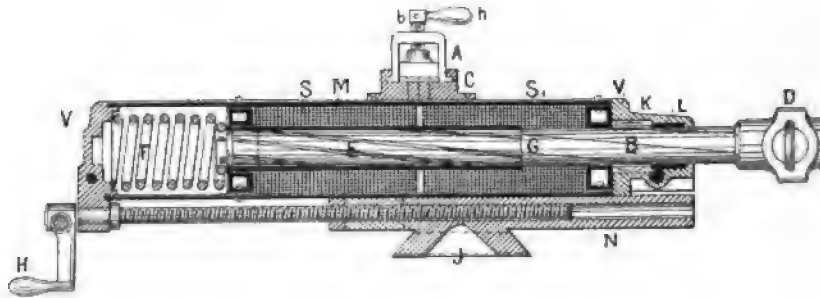


Fig. 187. Marvin-Maschine.

Zum Betriebe der Marvin-Maschine ist eine besondere Dynamomaschine erforderlich, welche Wechselstrom von geringer Periodenzahl und Gleichstrom liefert. Die Grösse der Bohrdynamo richtet sich nach der Anzahl der gleichzeitig zu betreibenden Bohrer. Der neben dem Wechselstrom für den Betrieb der Stoßbohrer abgenommene Gleichstrom kann für Licht- oder anderweitige Kraftzwecke Verwendung finden. Die Konstruktion der Bohrmaschine ist aus dem Längsschnitte Fig. 187 ersichtlich. Die Spulen *S* und *S*<sub>1</sub> sind in dem eisernen Mantel *M* fest angebracht. Die Enden der Spulen münden in drei Kontaktnöpfe des Anschlußstückes *C*. Die Isolation der Spulen besteht ausschließlich aus Glimmer und ist daher unverbrennbar. Die quadratischen Spulendrähte sind sowohl lagenweise, als auch unter sich durch Glimmerblättchen gesondert.

Das Umsetzen des Meißels erfolgt durch eine runde Bronzestange *B* mit Spiralnut nebst Führungstift in der Nabe eines stählernen Sperrklinkenrades *K*. Außerdem wird der Kolben durch ein sechseckig geformtes Lager *L*, sowie durch einen dünnen Metallzylinder geführt, der von rückwärts in den Innenraum der Spule eingeführt ist und bis *G* reicht.

Die Bronzestange *B* ist unmittelbar mit dem Eisenkern *E* verbunden und endigt in eine zur Aufnahme des Bohrers bestimmte Klemme *D*.

Der Vorstoß des Kolbens ist unbegrenzt, er würde aus der Maschine herausfliegen, wenn nicht der Meißel vor das Gestein träfe, woraus folgt, daß die Stoßkraft voll ausgenutzt wird. Der Kolben kann also auch aus der Maschine leicht herausgezogen werden.

Der Rückschlag wird von einer Spiralfeder  $F$  aufgefangen. Der Hub der Maschine schwankt zwischen 12 und 21 cm und wird im allgemeinen beim Aufwärtsbohren größer gehalten, als beim Abwärtsbohren. Im Mittel beträgt er etwa 16 cm.

Die Verschußstücke werden durch zwei in der Längsrichtung der Maschine laufende Schrauben gegeneinander festgehalten und schließen die Maschine vollkommen dicht ab.

Mittels der Kurbel  $H$  kann die Bohrmaschine im Schlitten  $N$  bis auf 60 cm vor- oder zurückgeschoben werden. Der tellerförmige Ansatz  $J$  des Schlittens dient zur Befestigung der Maschine im Bohrgestelle.

Um die Anschlußdose aufnehmen zu können, besitzt das Anschlußstück  $C$  zwei Nuten, in welche der Bügel  $b$  der Anschlußdose eingeschoben wird. Durch Drehen der Handhabe  $h$  wird die Maschine ein- und ausgeschaltet.

$VV$  sind Verschußdeckel, von denen der linke den einzigen zum Abschrauben eingerichteten Teil der Maschine bildet.

Diese Bohrmaschine ist die kleinste und leichteste unter den bisher bekannten elektrischen Stoßbohrmaschinen. Sie hat einschließlich der vorstehenden Bohrklemme eine Länge von 1190 mm, einen Durchmesser von 130 mm und samt Schlitten ein Gewicht von 110 kg.

Die Leistung der Maschine beträgt in reiner Bohrzeit je nach der Gesteinshärte 44,14 bis 75,14 cm in 10 Minuten, der Hub 80 bis 110 mm, also weit mehr, als bei elektrischen Stoßbohrern anderer Konstruktion.

Nach dreistündigem Gange tritt eine merkliche Erhitzung der Spulen ein. Man ersetzt dann die heiße Maschine durch eine abgekühlte Reservemaschine, welche man ohnehin nötig hat, mit welcher man aber bei der sehr geringen Reparaturbedürftigkeit der Maschine auch ausreicht.

Die Dauerhaftigkeit der Spulen — nach  $1\frac{1}{2}$ jährigem Gebrauche ist auf der Bindt (Oberungarn) nur 1 Spule schadhaft geworden — im Verein mit dem denkbar einfachsten Bau verleihen dieser Bohrmaschine eine außerordentliche Betriebssicherheit. Die gesamten Reparaturkosten für vier Maschinen (4 in Gebrauch, 4 in Reserve) betrugen im Jahre 1895 170 Gulden, die Ersparnis gegenüber der Handarbeit betrug im Mittel 23 %.

Weiter haben angestellte Versuche ergeben, daß die Zahl der verbrauchten Ampères mit der Zahl der eingeschalteten Bohrmaschinen nicht steigt, sondern fällt.

Das Ampère zeigte im Mittel

bei Einschaltung von 1 Bohrmaschine 30 Ampère pro Minute						
-	-	- 2	-	25	-	-
-	-	- 3	-	21	-	-
-	-	- 4	-	18	-	-
-	-	- 5	-	16	-	-
-	-	- 6	-	15	-	-

Man kann demnach bei größeren Anlagen den Kraftverbrauch für eine Bohrmaschine mit 3 e annehmen, während Luftbohrmaschinen 5 bis 7 e verbrauchen.

Wiederholte Messungen haben ergeben, daß die Turbine beim gleichzeitigen Antrieb von vier Bohrmaschinen rund 80 l Wasser verbraucht. Wird der Nutzeffekt der Turbine mit 70% angenommen, so entfällt bei einem Kraftaufwande von 18 e für die Bohrmaschinen auf den elektrischen Teil der Anlage ein Nutzeffekt von nahezu 82%.

Der Preis der Maschine beträgt 1500 *M.* Über Reparaturkosten vergl. 52.

Die neuesten Verbesserungen an den Stoßbohrmaschinen der »Union« E.-G. bestehen weniger in Änderungen der grundlegenden Prinzipien der Maschinen, als in Abänderungen von Einzelheiten, an denen sich im praktischen Gebrauch Mängel gezeigt haben.

Hierzu gehört die Vergrößerung des Wicklungsraumes, sowie eine Verbesserung der Anordnung der Spulenwicklungen, ferner die Verbesserung des Eisenweges der magnetischen Kraftlinien durch günstigere Formgebung des Spulenmantels. Hierdurch wird eine Verringerung der bei den älteren Formen bemerkbaren Erwärmung des Bohrers bewirkt, sowie auch erhöhte Schlagkraft und größere Rückzugskraft der Maschine erzielt. Zur Ein- und Ausschaltung der Maschinen wird häufig zweckmäßig ein von dem Fuße des Arbeiters zu betätigender solid konstruierter Fußschalter verwendet.

Nach Drolz<sup>1)</sup> hält die Marvin-Maschine in Bezug auf Kraftverbrauch die Mitte zwischen der Siemens- und der Druckluftmaschine. Die Betriebskosten einer Bohrstunde betragen durchschnittlich für diese 150, für die Siemensmaschine 187 und für die Marvin-(Union-)Maschine 61 Heller. Diese ist deshalb gegenwärtig die am billigsten arbeitende Bohrmaschine.

**52. System Siemens & Halske.** — Die Bohrmaschine von Siemens & Halske<sup>2)</sup> in Berlin wird, wie die von Jenkins, durch einen rotierenden elektrischen Motor betrieben, und zwar durch Kurbelgetriebe. Diese Einrichtung ist an Stelle der zuerst von Siemens & Halske angewendeten, später von Marvin und van Depoele wieder aufgenommenen Solenoïde (D. R. P. Nr. 9469) gesetzt.

Während die Solenoïd-Bohrmaschine Gleichstrom und Wechselstrom für die mittlere, bzw. für die äußeren Spulen nötig macht, gebraucht die Siemenssche neue Kurbel-Stoßbohrmaschine nur Gleichstrom und hat deshalb eine bessere Nutzleistung. Bei der neuesten Konstruktion, siehe Fig. 188, wird durch die Kurbel *b* ein Schlitten und damit der frei in dem Schlitten liegende Bohrer *c* in rasch hin- und hergehende Bewegung versetzt. Hierbei drückt die Scheibe *d* abwechselnd zwei Federn,

1) Österr. Zeitschr. 1902, S. 684.

2) Berg- u. Hüttenkalender 1892, S. 115; 1897, S. 219; 1899, S. 133. — Österr. Zeitschr. 1902, Nr. 10 u. 11 (Anwendung in Raibl (Kärnten)).

welche bei ihrer Ausdehnung das Vorschlagen und Zurückziehen des Bohrers unterstützen, gegen Scheiben *c*. Die Bewegung der Kurbel erfolgt, wie bei der Drehbohrmaschine (s. d.), durch eine biegsame Welle, welche die Maschine bei *a* mit dem mitzuführenden Motorkasten verbindet. Die Zahl der Schläge beträgt 420 bis 450 in der Minute.

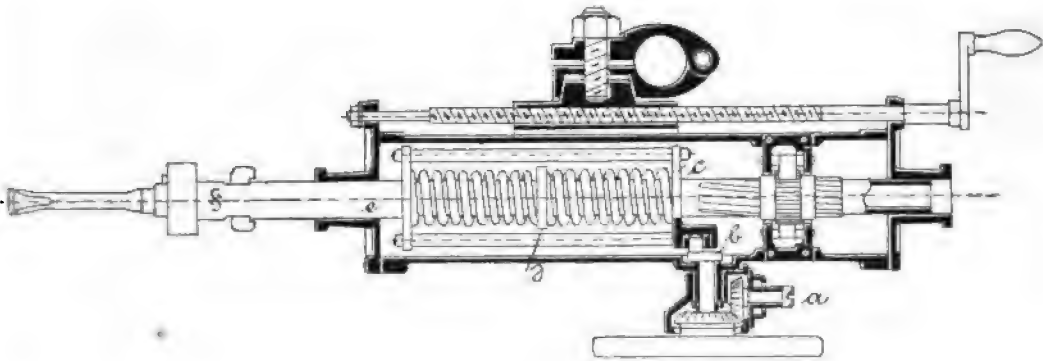


Fig. 188. Siemens elektrische Stoßbohrmaschine.

Eine 12pferdige Siemenssche Stoßbohrmaschine wiegt 130 kg. Der Preis für zwei Bohrmaschinen beträgt 3050 *M*, für eine biegsame Welle 325 *M*, den Motor 865 *M*, eine Schraubenspannsäule mit Zubehör 392 *M*. Außerdem werden die Bohrer, sowie eine Anzahl Reserveteile mitgeliefert, so daß sich der Preis für zwei Maschinen mit allem Zubehör auf 6250 *M* stellt und zwar einschließlich Verpackung und Bahnfracht.

Der in der Zentrale festgestellte Kraftverbrauch beträgt in der Grube Hollertszug (Siegerland) für die Maschine 1,1 Kilowatt. Die Reparaturkosten sind wesentlich höher als bei Luftbohrmaschinen und bei den Solenoidmaschinen. Es kostet z. B. eine Kurbelwelle, welche häufig bricht, 23 *M* und eine Arbeitsfeder 40 *M*. Gegenüber der unsanften Behandlung, welcher eine derartige Maschine in der Grube ausgesetzt ist, wäre es wünschenswert, wenn die Maschine weniger feine und deshalb teure Teile enthielte, zumal der geringe Kraftverbrauch und das ganze Prinzip sehr für die Maschine sprechen.

In Hollertszug ist in sehr ungleichartigem, also ungünstigem Gestein das Kostenverhältnis der Maschinenarbeit zur Handarbeit wie 2 : 3.

Auf schwedischen Gruben sind folgende Leistungen an gebohrten Metern pro Arbeitsstunde, einschl. aller Nebenarbeiten mit Ausnahme der Bergförderung festgestellt:

	von Hand	mit Maschine
Striberg, Ortsbetrieb . . . . .	0,150	0,400
Firstenbetrieb . . . . .	0,230	0,240



	von Hand	mit Maschine
Falun, Ortsbetrieb . . . . .	—	0,440
Firstenbetrieb . . . . .	0,240 bis 0,290	0,400
Norberg, Firstenbetrieb . . . . .	0,250	0,330

Die Reparaturkosten betragen in Kronen ö. W.:

	1898	1899	1900	1901
bei der Kurbelstoßbohrmaschine in Kotterbach, Oberungarn . . . . .	8,82	4,46	3,27	3,15
bei der Solenoidmaschine in der Bindt, Oberungarn . . . . .	1,19	0,88 <sup>1)</sup>	0,91 <sup>1)</sup>	1,26 <sup>2)</sup>

Bei der Kurbelstoßbohrmaschine sind demnach die Reparaturkosten erheblich geringer geworden, aber gegenüber den Solenoidmaschinen immer noch sehr hoch, so daß damit der Vorteil des geringeren Kraftverbrauches mehr als ausgeglichen wird.

Bei der Siemens-(Kurbelstoß-)Bohrmaschine kamen im Jahre 1901 auf

Antriebsmaschine . . . . .	0,18 Kr.	5,69%
Bohrmaschinen . . . . .	2,02 -	64,10 -
Motorkasten . . . . .	0,17 -	5,40 -
Biegsame Welle . . . . .	0,41 -	12,86 -
Spannsäulen . . . . .	0,14 -	4,50 -
Stromleitung . . . . .	0,23 -	7,45 -
	3,15 Kr.	100,00%

Hiernach beanspruchen die Bohrmaschinen selbst den größten Teil der Reparaturkosten und zwar sind es, ebenso wie in Hollertszug, die Kurbelwellen und Arbeitsfedern, welche in Kotterbach am meisten brechen, so daß die Unterhaltungskosten für jene 26,12%, für diese 8,56% des gesamten Geldbetrages ausmachen.

53. **Die elektrische Bohrmaschine von Bladrey<sup>3)</sup>.** — Die in den Fig. 189 und 190 skizzierten hohlzylindrischen Stücke  $CC^1$  sitzen konzentrisch auf dem Bohrschaft und stoßen mit den Enden, welche die Figuren zeigen, dicht voreinander.  $C^1$  ist fest mit dem Bohrschaft verbunden, während  $C$  in fester Verbindung mit dem rotierenden Teile des Motors steht und von der stoßenden Bewegung des Meißels unabhängig ist.

Wird das Stück  $C$  durch den Motor im Sinne der Pfeilrichtung gedreht, so wird das Stück  $C^1$  und mit ihm der Bohrschaft auf der Schraubenlinie  $S$  in achsialer Richtung verschoben und dadurch eine Feder gespannt. Die Linie  $t$  mißt die Hublänge. Dreht sich, sobald diese erreicht ist, der Zylinder  $C$  noch etwas weiter, so wird die Verbindung beider Zylindere-

1) Einschl. der Kosten für die Umarbeitung von 5 Maschinen in neue Typen.

2) Die Erhöhung lag an schlechtem Material der Bohrkolben, welches inzwischen durch besseres ersetzt ist.

3) The Engineering and Mining Journal 1897, S. 575. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1898, S. 100.

stücke aufgehoben und die Feder stößt den Meißel gegen das Gestein. Diese Bewegung bringt die Zylinderstücke wieder zusammen und das Spiel wiederholt sich.

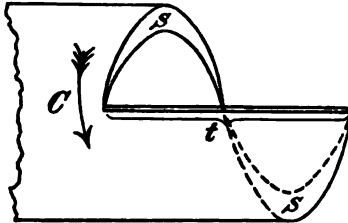


Fig. 189.

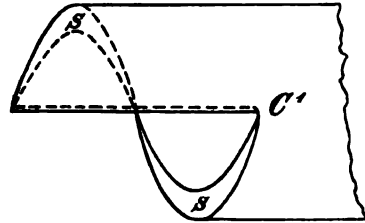


Fig. 190.

Die Umsetzung des Meißels erfolgt durch eine mit Drallzügen versehene Spindel und Schaltrad, die Vorwärtsbewegung wie bei den älteren Luftmaschinen, was wohl besser durch das einfachere Vorrücken mit der Hand zu ersetzen wäre.

Der Motor ist nach dem Drehstromsystem konstruiert. Infolgedessen ist die Armatur oder der Rotator frei von beweglichen Stromspulen, Kommutator und Bürsten, und deshalb keinerlei Beschädigungen ausgesetzt.

Eine für Streckenbetrieb gebaute Maschine wiegt 102 kg und braucht 2,04 indizierte Pferdekkräfte an der Betriebsmaschine des Dynamo.

**54. Fahrbares Gestelle.** — Bei den Gestellen der Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz (Taf. III, Fig. 2, 3, 4) steht eine zur Aufnahme zweier Maschinen bestimmte Säule auf einem vierräderigen Wagen von gewöhnlicher Spurweite, dessen Plattform hohl ist und als Wassergefäß dient.

Durch Anbringen eines Gegengewichtes  $Q$  an dem die Bohrmaschine tragenden Arme, welches die Form einer runden eisernen und verschiebbaren Kugel hat, wird das Gewicht der Bohrmaschine ausgeglichen und wirkt nicht einseitig auf die Drehung der Achse, um welche der Arm mit der Maschine in der vertikalen Ebene stellbar ist. An dieser Achse sitzt zu demselben Zwecke noch eine Bremsscheibe  $S$  mit Handbremse, welche durch eine Schraube sicher und fest angezogen wird.

Die Gestelle sind sehr kräftig, dabei leichter als die älteren Gestelle, immer jedoch noch so schwer gebaut, daß es zur Befestigung auf den Schienen genügt, hinter je einem Vorder- und Hinterrade Klemmen anzuschrauben, welche die Schienenköpfe umschließen. Im übrigen steht das Gestell ganz frei; nur dann, wenn dasselbe nicht zwei, sondern nur eine Maschine trägt, wird die Säule mit Streckschrauben oder Streben gegen die Firste abgesteift.

Ein anderes sehr brauchbares Gestell ist das von Pelzer<sup>1)</sup>, welches

1) Revue universelle des mines 1874, Ser. I, Bd. 36.

u. a. auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft im Wormreviere bei Aachen Anwendung gefunden hat<sup>1)</sup>. Dasselbe besteht ähnlich wie das für eine und für zwei Maschinen eingerichtete Meyersche Gestell<sup>2)</sup> aus einem gußeisernen vierräderigen Wagen, welcher einen drehbaren konischen Stempel mit senkrechtem Schlitz enthält. In dem Schlitz bewegt sich der um eine Achse drehbare Arm, welcher an dem einen Ende die Maschine, am andern ein Gegengewicht trägt. Die Befestigung des Gestelles gegen die Firste geschieht durch eine im oberen Teile des Stempels angebrachte Streckschraube.

Unter Nr. 135721 wurde den Herren Fröhlich und Klüpfel in Unter-Barmen ein »fahrbares Gesteinbohr- oder Schrämmaschinen-gestell mit umlegbarer Spannsäule für Flötze mit starkem Einfallen« für Deutschland patentiert. Beim Aufrichten der Spannsäule in die Lage senkrecht zum Flötz setzt sich ein an dem Säulenfuß gelenkig befestigtes Druckstück auf das Liegende auf. Beim Niederlegen der Spannsäule auf das Unter-gestell wird das Druckstück durch Vermittelung des Ansatzes wieder vom Liegenden abgehoben.

Andere fahrbare Gestelle sind diejenigen von Ferroux<sup>3)</sup>, Dubois & François<sup>4)</sup>, Richter<sup>5)</sup>, Neuerburg<sup>6)</sup>, Ingersoll<sup>7)</sup>, Burleigh<sup>8)</sup>.

**55. Gestelle für Schachtabteufen.** — Für das Schachtabteufen hat die Maschinenfabrik von Sievers & Co. in Kalk bei Deutz ein den Theodolithstativen ähnliches dreibeiniges Gestelle<sup>9)</sup> gebaut, bei welchem die Maschine selbst mit den beiden Längsstangen das eine Bein bildet, während die beiden andern Beine am oberen Ende der Maschine mittels Gelenk verbunden und dadurch verstellbar sind. Außerdem lassen sie sich verlängern und verkürzen, so daß man dem Bohrer jede beliebige Richtung geben kann. Zur Vergrößerung der Stabilität wird in der Mitte des Gestelles ein schweres Gewicht angehängt. An zwei oben am Gestelle befindlichen Handhaben hält dasselbe ein Arbeiter während des Bohrens fest.

Außerdem wird für das Schachtabteufen ein Gestelle empfohlen, welches aus zwei horizontal gelagerten hydraulischen Spannsäulen (D. R. P. Nr. 9319) besteht. Dieselben hängen mittels Ketten an einem Balancier, welcher

1) Serlo a. a. O. 1884, I. S. 348. — Amtl. Bericht der deutschen Zentral-Kommission über die Wiener Weltausstellung. Braunschweig, Bd. 1, S. 35.

2) Glückauf. Essen 1893, S. 1179, Taf. XXI, Fig. 3.

3) Armengaud, Publ. industr. 1882, Bd. 28, S. 106.

4) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abteil. II, S. 229.

5) Österr. Zeitschr. f. d. B.- u. H.-Wesen 1879, Bd. 27, S. 332.

6) Handb. d. Ing.-Wissensch. Bd. IV, Abteil. II, S. 232.

7) Riedler, Gesteinsbohrmaschinen, S. 28.

8) Ebenda, S. 18. — Drinker, Tunneling. 2. Aufl., 1882, S. 236.

9) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 17. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. Bd. 12, S. 472. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Kärnten 1874, S. 33, 74. — Berggeist 1875, S. 339. — Glückauf 1875, Nr. 40.

innen hohl ist und gleichzeitig als Luftverteiler dient. Zu diesem Zwecke ist derselbe an seinen beiden Kopfenden mit Ventilen versehen, an welche sich die den Bohrmaschinen Preßluft zuführenden Schläuche anschließen. In der Mitte des Luftverteilers wird der Zuführungsschlauch angeschraubt.

Der ganze Apparat hängt an einer Kabelkette und wird vor dem Abschießen der Bohrlöcher hoch gezogen<sup>1)</sup>.

**56. Tragbare Streckengestelle.** — Wo keine Förderbahn vorhanden ist, z. B. in den Abbauen, verwendet man an Stelle der vorhin beschriebenen fahrbaren die tragbaren Gestelle, sogen. Bohrspreizen und hydraulische Spannsäulen. Bohrspreizen sind runde eiserne Säulen, welche dadurch zwischen zwei festen Flächen, gewöhnlich zwischen Firste und Sohle, befestigt werden, daß man eine kräftige Streckschraube aus dem einen Ende der Säule herauschraubt.

Die früheren Streckschrauben hatten den Nachteil, daß sie sich bei fortgesetzten Erschütterungen lockerten. Dies war der Grund, weshalb man vielfach die hydraulischen Bohrspreizen oder Spannsäulen<sup>2)</sup> anwendete. Dieselben bestehen aus zwei, teleskopartig ineinander gesteckten, eisernen Röhren, von denen die innere *a* (Fig. 191) gegen die äußere *b* durch eine Ledermanschette dicht abgelidert, auch am unteren Ende verschlossen ist. In die äußere Röhre wird mittels einer hydraulischen Presse Wasser gedrückt und dadurch das innere Rohr mit seinem Teller gegen ein unter die Firste gelegtes Stück Holz gepreßt. Nachdem man alsdann noch durch die Schraube *c* dem Wasser den Rückweg abgeschnitten hat, steht die Spreize unverrückbar fest.

Die hydraulische Presse besteht aus der Pumpe *d* und dem Führungskolben *e*, welche beide durch den Schwengel *f* bewegt werden. Bei *g*



Fig. 191. Hydraulische Spannsäule.

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 38, S. 223.

2) Ebenda, 1880, Bd. 28, S. 240. — Eisenbahn 1882, Bd. 14, S. 98.

und *h* liegen Ventile, welche durch Spiralfedern geschlossen gehalten werden. Beim Rückgange des Plungers wird das Wasser durch das Saugventil *g* und das Röhrchen *i* angesaugt, beim andern Wege durch das Druckventil *h* und durch eine in der Spindel *e* befindliche Öffnung fortgedrückt. Soll die Spreize gelöst werden, so öffnet man durch Zurückziehen der Spindel *e* den Kanal *k*, worauf das Wasser in die Presse zurückfließt. Die Maschine ist mit einer Kluppe an der Spreize befestigt.

Dieses Gestell wiegt einschließlich Kluppe und Druckpumpe nur 97 kg und wird von der Duisburger Maschinenfabrik geliefert.

Bei einer neueren Abänderung (D. R. P. Nr. 36613) hat J. Frölich innerhalb des ausgebohrten Schaftes *b*, siehe Fig. 191, einen im Boden mit einer Öffnung versehenen und im unteren Teile mit Flüssigkeit gefüllten Röhrenkolben angebracht, in welchem durch Drehung einer von oben eingesteckten Schraubenspindel ein Taucherkolben verschoben werden kann. Schraubt man den letzteren nieder, so wird die Flüssigkeit unter den Röhrenkolben gedrängt und schiebt denselben aus dem hohlen Schaft heraus.

Am Harz ist man zu den Streckschrauben zurückgekehrt, nachdem es gelungen ist, dieselben unverrückbar fest zu machen. In der Schraubenspindel, welche aus der Säule heraustritt, befindet sich eine Längsnut und in der zugehörigen Mutter eine Stahlfeder, welche sich selbsttätig in die Mutterzurücklegt, mittels einer Schraube jedoch in die Nut gedrückt werden kann. Ein solches Gestelle kostet nur

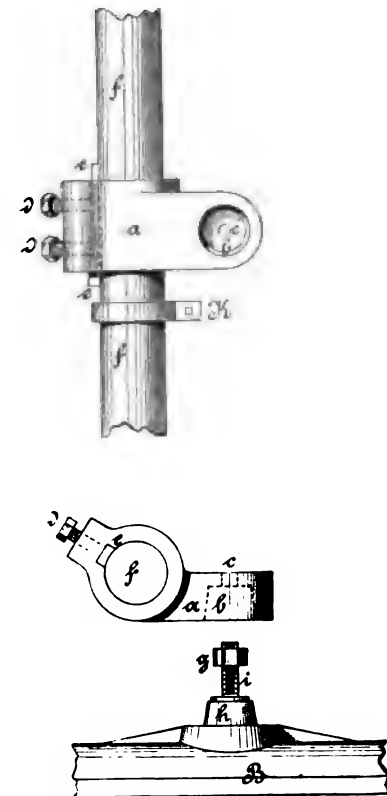


Fig. 192, 193, 194.  
Befestigung der Bohrmaschine an der  
Bohrspreize.

60 *M.*, ist also um etwa  $\frac{3}{4}$  billiger, als eine hydraulische Spannsäule.

Auf den Siegener Gruben wird eine Streckschraube (Bohrspreize) von Paul Hoffmann in Eiserfeld angewendet, welche ebenfalls so eingerichtet ist, daß die Schraubenspindel festgesetzt werden kann.

Die Kluppe, mit welcher die Maschinen an den tragbaren Gestellen befestigt werden, zeigen Fig. 192, 193, 194. An dem Gestelle *f* sitzt eine Muffe *a*, in deren einem Arm sich eine konische Vertiefung *b* befindet.

Die Maschine *B* wird mit dem konischen Zapfen *h* in die Vertiefung *b* eingesetzt, wobei die Schraubenspindel *i* durch die Durchbohrung *c* tritt und durch die Mutter *g* angeholt werden kann, wodurch die Befestigung der Maschine bewirkt wird. Die bewegliche Muffe *a* wird durch die beiden Schrauben *d* festgehalten, welche einen Preßkeil *e* gegen die Säule drücken. *K* ist ein Ziehring, welcher beim Höher- oder Tieferücken die Maschine zu tragen hat, um den Arbeitern die Last abzunehmen, bevor die endgültige Befestigung durch Keil *e* und Schrauben *d* erfolgen kann.

57. Resultate der Arbeit mit stoßenden Bohrmaschinen<sup>1)</sup>. — Im allgemeinen steht es fest, daß die günstigen Resultate des Maschinenbohrens gegenüber der Handarbeit, sowohl in Bezug auf Zeitgewinn, als auch auf Ersparung an Kosten, mit der Härte des Gesteins wachsen. In milden Gesteinen kann man allerdings noch eine mehr oder weniger große Leistung erzielen, aber die direkten Kosten für die Einheit des gewonnenen Gesteins sind in diesem Falle stets höher als bei Handarbeit.

### β. Drehende mechanische Bohrmaschinen.

58. Maschine von De la Roche-Tolay<sup>2)</sup>. — Diese Maschine erregte auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 Aufmerksamkeit. Ihre arbeitenden Teile waren schwarze Diamanten, welche in einen Stahlring (nach Leshot) in zwei konzentrischen Reihen gefaßt waren.

Der Stahlring war an dem vorderen Ende einer hohlen Bohrstange befestigt, welche in einem Mitnehmer so angebracht war, daß sie sich mit dem letzteren drehen mußte, sonst aber sich frei in der Längsrichtung bewegen konnte.

Das gepreßte Wasser wirkte auf einen Kolben, welche über der Bohrstange angeordnet war, und durch diesen mittels Pleuelstange, Doppelkurbel und Getriebe auf den Mitnehmer. Auf der Kurbelachse befanden sich zwei Schwungräder.

Ein Teil des Kraftwassers stand dauernd auf dem hinteren Ende der Bohrstange und drückte so den Diamantring gegen das Gestein, während durch eine kleine Öffnung etwas Wasser in die hohle Bohrröhre eintrat und das Bohrloch ausspülte. Beim Bohren bildete sich ein Kern, welcher sich in die hohle Bohrstange hineinschob. Praktische Anwendung hat diese Maschine nicht gefunden, sie hat aber den ersten Anstoß zur Verwendung der schwarzen Diamanten für die Tiefbohrung gegeben und ist deshalb historisch wichtig.

1) Preuß. Zeitschr. 1868, Bd. 16, S. 311 (Altenberg bei Aachen); 1869, Bd. 17, S. 24 (Sulzbach-Altenwald); 1872, Bd. 20, S. 349. — Österr. Zeitschr. 1902, Nr. 34 und 35.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1867, S. 401, 418. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure. Bd. 15, S. 782. — Bulletin de la soc. de l'ind. min. Paris, 2. Sér., T. I, S. 390.

59. Die Bohrmaschine von Brandt<sup>1)</sup> in Hamburg (Taf. II, Fig. 2) wird durch eine kleine zweizylindrige Wassersäulenmaschine betrieben, deren rechter Zylinder *d* in der Figur angedeutet ist. Die Kraftwasser gelangen aus der Hauptleitung durch ein Gelenkrohr bei *a* in die Maschine. Die letztere wirkt mittels zweier Kurbeln auf eine Schnecke und diese auf das Schneckenrad *h*, an dessen Drehung auch der mit ihm fest verbundene Mitnehmerzylinder *p* teilnehmen muß. An dem vorderen Ende des letzteren — im Mitnehmerkopfe *k* — ist der Bohrkopf *l* nebst der hohlen Bohrstange *q* und dem Bohrer *m* derart befestigt, daß der Bohrer sich mit dem Mitnehmerzylinder wohl drehen muß, aber unabhängig von diesem vorgeschoben und zurückgezogen werden kann, zu welchem Zwecke der Bohrkopf *l* außerdem mit dem Preßzylinder *i* in fester Verbindung steht.

Der letztere steckt als Plunger, durch eine Stopfbüchse abgedichtet, in dem Vorschubzylinder *o*, welcher seinerseits durch Hauptstück und Spannschuh (*l*, *g*) mit der hydraulischen Spannsäule *n* (Bohrspreize) in Verbindung steht.

Das Vorrücken des Bohrers während der Drehung erfolgt dadurch, daß mittels des Verteilungshahnes *b* ein Teil des Kraftwassers durch das Kupferröhrchen *n* in den Vorschubzylinder gelangt.

Ein anderer Teil des Kraftwassers wird durch das Röhrchen *r* dauernd auf die dem Boden des Preßzylinders *i* entgegengesetzte schmale Ringfläche geführt (Differentialkolben). Sobald der Wasserdruck durch entsprechende Drehung des Hahnes *b* aus dem Vorschubzylinder *o* entfernt ist, kommt der Druck auf die Ringfläche zur Geltung und es erfolgt das Zurückgehen des Bohrers.

Es mag gleich an dieser Stelle erwähnt werden, daß auch die Spannsäule aus Vorschub- und Preßzylinder besteht und daß sie genau in der eben beschriebenen Weise mit Hilfe des Kraftwassers der Hauptleitung festgestellt und gelöst wird.

Das Abwasser der Maschinen findet seinen Abfluß durch den Schlauch *s*. Ein Teil desselben gelangt aber bei entsprechender Drehung des Hahnes

---

1) Brandts hydraulische Gesteinsbohrmaschine. »Ein neues System der Gesteinsbohrung durch hydraulischen Druck und rotierende Stahlbohrer.« Von A. Riedler, Konstrukteur an der k. k. technischen Hochschule in Wien. Wien 1877, bei Lehmann & Wenzel. — »Der Bau des Sonnenstein-Tunnels mit Rücksicht auf die Verwendung von Gesteinsbohrmaschinen, System Brandt.« Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereins. Jahrg. 1878, Heft 1. Wien 1878, bei R. v. Waldheim. Verfasser: Professor Ritter v. Grimbürg. — Glückauf. Essen 1879, Nr. 70. — Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. Bonn 1881. — Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 240. — Dingers polyt. Journal. Bd. 225, S. 60; Bd. 227, S. 56. Kärntner Zeitschr. 1877, S. 358. — Österr. Zeitschr. 1877, S. 515, 554. — Kärntner Zeitschr. 11 (1879), S. 218. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1879, S. 214, 149. — Freib. Jahrb. 1879, S. 190. — Österr. Zeitschr. 1879, S. 179; 1881, S. 346, 388, 397.

durch das Rohr *v* in das Innere des Preßzylinders *i* und von da als Spülwasser durch die hohle Bohrstange am Bohrloch.

Maschine und Spannsäule, durch einen Ziehring verbunden, befinden sich auf einem Transportwagen.

Der arbeitende Teil des Bohrers ist ein Stahlring von 75 bis 88 mm Durchmesser (Fig. 195)<sup>1)</sup>, dessen vordere Kante je nach der Festigkeit des Gesteines mit 2 bis 6 Zähnen versehen ist. Die Wirkung soll keine schneidende, sondern eine brechende sein<sup>2)</sup>. Der sich in die hohle Bohrstange schiebende Kern bricht meistens von selbst ab und wird mit dem Bohrer herausgezogen.

Auf der Zeche Rheinpreußen<sup>3)</sup> bei Ruhrort war die Brandtsche Bohrmaschine auf der Wettersohle (246 m u. T.) und auf der 1. Tiefbausohle (310 m u. T.) tätig. Da man die Kraftwasser in einer besonderen Rohrleitung vom Tage herein nahm, so arbeite die Maschine mit 24,6 bzw. 31 Atmosphären, und zwar in zweispurigen Querschlägen von 2,3 m lichter Weite und 3 m Höhe.

Der Wasserverbrauch beträgt je nach der Gesteinsbeschaffenheit 1 bis 2 Liter, oder unter Berücksichtigung der Nebenarbeiten 1 Liter in der Bohrsekunde.

Der erforderliche Wasserdruck kann

bei milden	Gesteinen zu	30 bis 40 at	(11 bis 14 PS)
- mittelharten	-	50 - 60	(17 - 20 -)
- sehr harten	-	70 - 80	(24 - 27 -)

angenommen werden.

Bei der für Druckwasserpressungen bis 120 Atmosphären gebauten Bohrmaschine wird die Kraftmaschine abweichend von der soeben beschriebenen gebaut<sup>4)</sup>. Fig. 196 stellt dieselbe im Grundriß und Schnitt dar. Das wesentlich Abweichende liegt darin, daß die Steuerzylinder völlig entfallen, indem die Kolben der beiden Treibzylinder *dd'* gleichzeitig auch ihre Umsteuerung verrichten. Sie sind mit herausziehbaren Metallfuttern *ee'* versehen, deren Abdichtung gegen die inneren Zylinderwandungen durch Lederstulpen erfolgt. Die beiden Arbeitskolben *ac* und *a'c'* sind als Differentialkolben gebaut, ihre nach innen gerichteten Druckflächen haben verschiedene Größen, ihre nach außen gerichteten Flächen stehen beständig unter dem Druck der atmosphärischen Luft. Die den

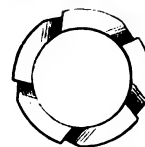


Fig. 195.  
Stahlring der Brandtschen  
Bohrmaschine.

1) Handbuch der Ing.-Wissensch. IV, 2, S. 273.

2) Über sonstige Meißelformen bei drehendem Bohren s. Ržiha, Tunnelbaukunst, S. 56. — Preuß. Zeitschr. 1868, Bd. 16, S. 310.

3) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 187.

4) Handbuch der Ing.-Wissensch. IV, 2, S. 270.



drei Kolben gemeinsamen Kolbenstangen sind hohl, wie für den Zylinder  $d'$  im Schnitt angegeben, und bei den mit  $oo'$  und  $qq'$  bezeichneten Stellen quer durchbohrt. In jeder hohlen Kolbenstange sitzt ein Ventil ( $v'$  im Zylinder  $b'$ ), das sich nach der Seite hin, von welcher das Druckwasser zuströmt, öffnen kann. Bei 1, 2, 3 und 1', 2', 3' sind in den Zylinderwandungen ringförmige Kanäle eingedreht. Das Druckwasser tritt in das Rohr  $f$  ein und strömt, je nach den Stellungen der Steuerkolben  $bb'$ , durch die Röhren  $g$  ( $g'$ ) in die Räume  $h$  ( $h'$ ) unter die Kolben  $c'$  ( $c$ ). In der gezeichneten Stellung, in der die Kolben  $ac$  nahezu auf ganzem, die Kolben  $a'c'$  nahezu auf halbem Hub stehen, treibt das Druckwasser

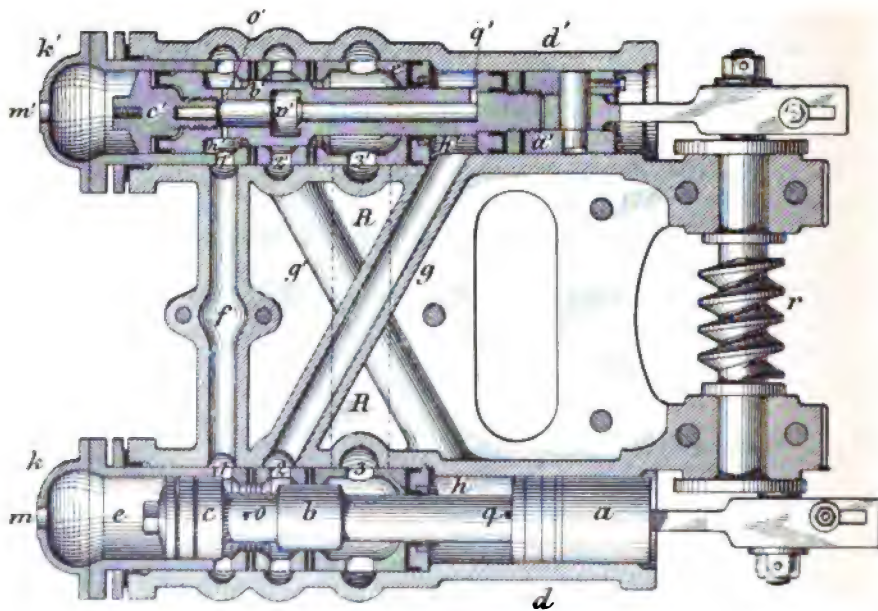


Fig. 196.  
Hydraulische Bohrmaschine von Brandt.

den Kolben  $c$  um den ganzen Hub nach links. Der Kolben  $d'$  macht während dieser Zeit einen halben Hub nach rechts und einen halben Hub nach links. Gelangt der Kolben  $c$  bis zur Mitte seines Hubes nach links, so schließt der Steuerkolben  $b$  den Kanal 2 ab und schneidet den Übertritt des Druckwassers zum Raume  $h'$  allmählich ganz ab. Da hierbei gefährliche Wasserstöße auftreten können, ist dem im Raume  $h'$  stehenden Wasser Gelegenheit gegeben, durch die Öffnung  $o'$  in die hohle Kolbenstange durch das Ventil  $v'$  und die Öffnung  $q'$  nach den Kanälen 2', 3' überzutreten, indem die dort erreichte Stellung des Steuerkolbens  $b'$  dieses gestattet. Aus dem Kanal 3' gelangt das Wasser dann in das

punktiert angedeutete Abflußrohr *R*. Für den im Raume *h* des Zylinders *d* bei entsprechender Stellung des Steuerkolbens *b'* etwa über die Gebühr sich steigenden Druck ist die gleiche Entlastung angeordnet, wie oben beschrieben, das Wasser kann dann durch die Öffnung *o* in die hohle Kolbenstange und endlich durch das Ventil *v* und die Öffnung *q* in das Abflußrohr *B* gelangen.

Die Übertragung der hin- und hergehenden Kolbenbewegungen auf die Schnecke *r* ist aus Fig. 196 ohne weitere Erläuterung verständlich.

Die Schutzklappen *KK'* an den Zylinderenden sind bei *mm'* durchbohrt, um das infolge von Kolbenundichtigkeiten sich ansammelnde Wasser abzulassen. Damit dies die Arbeiter nicht behindert, setzt man in diese Bohrungen kurze Metallrohre ein, die das Wasser irgendwohin ableiten.

Die Treibkolben *aa'* und *cc'* haben in der abgebildeten Maschine auf der Grube »Gemeinschaft« bei Aachen den gleichen Durchmesser und Hub von 60 mm. Die Steuerkolben sind 58 mm, die Stangen der Kolben *c* und *c'* 30 mm stark. Die linken Stangen der Steuerkolben *b* und *b'* besitzen Durchmesser von 40 bzw. 30 mm, die Stange des Kolbens *a* ist 58 mm stark.

Das bei einigen neueren Bauarten früher angebrachte Schwungrad ist fortgelassen.

Die Bohrlöcher können bei dem großen Durchmesser von 60 bis 70 mm auch mit einem entsprechend großen Quantum Sprengmaterial, und zwar  $2\frac{3}{4}$  kg Dynamit (das Einbruchsloch erhält 5 kg) versehen, die Anzahl der Bohrlöcher dagegen bis auf 12 oder 13 von etwa 1 m Tiefe vermindert werden. Die letzteren werden in nahezu gerader Richtung gebohrt, und, abgesehen vom Einbruchsloche, gleichzeitig abgeschossen. Die vereinigte Kraft des Sprengmaterials wirkt zertrümmernd auf das Gestein, ein Umstand, welcher den Nachteil im Gefolge haben kann, daß auch das Gestein außerhalb des Streckenquerschnittes in seinem natürlichen Zusammenhange gestört wird, besonders wenn Gesteinsscheiden (Schlechte u. s. w.) vorhanden sind. Auf Zeche Rheinpreußen hat es sich übrigens herausgestellt, daß Stöße und Firste der Querschläge nicht in dem Maße an Haltbarkeit verloren haben, als man es befürchtete.

Eine ausgedehnte Anwendung hat das Brandtsche Bohrsystem im Simplontunnel gefunden. Man treibt dort abweichend von den übrigen zweigleisigen Alpentunneln 2 eingleisige mit 17 m Abstand und verbindet sie in Abständen von 100 m. Der eine Tunnel dient zur Einföhrderung der leeren Züge und wird für den Betrieb erst dann eingerichtet, wenn sich die Notwendigkeit dazu herausstellt. Vor jedem Ort arbeiten 3 bis 4 Brandtsche Bohrmaschinen. Die von Brandt getroffene Anordnung, das gewonnene Gebirge sofort nach dem Abschießen der Bohrlöcher durch starke Wasserstrahlen einige Meter vom Orte fortzuschwemmen, damit die Bohrmaschinen wieder aufgestellt werden konnten, hat sich nicht bewährt.

60. **Leistung und Kosten der Brandtschen Maschine<sup>1)</sup>.** — Die Leistung auf Zeche Rheinpreußen bei Anwendung nur einer Maschine war im Durchschnitte von  $12\frac{1}{2}$  Monaten (Oktober 1879 bis August 1880) in Sandstein und Schiefer (1 : 3) monatlich 69 m, im Monat Januar 1885 dagegen 114,5 m.

Die Kosten pro Meter stellen sich:

für Sprengmaterial	30,05 ₰
- Arbeitslohn, Reparaturen u. s. w.	25,03 -
im ganzen	<u>55,09 ₰</u>

also etwa 10 bis 15 ₰ höher, wie bei Handarbeit.

Nach den Betriebsresultaten in Bleiberg<sup>2)</sup> (Kärnten) kam die Arbeit mit der Brandtschen Bohrmaschine 30% teurer, als mit Handarbeit, war aber der letzteren um den 5- bis 6-fachen Zeitgewinn überlegen. Die höheren Gestehungskosten lagen besonders in dem dreifach höheren Verbräuche an Sprengmaterialien.

In Pfibram stellten sich die Kosten sogar doppelt so hoch, als bei Handarbeit, was wahrscheinlich in der größeren Härte und ganz besonders in der, den Gesteinen des Gangbaues im allgemeinen eigenen, größeren Spannung begründet ist.

Auf der Zeche Shamrock war die Leistung in der 2,0 m hohen und 2,5 m breiten Hauptförderstrecke in der II. Tiefbaushole bei 2 Maschinen im Durchschnitt von 10 Monaten der Jahre 1885/86 täglich 4,027 m, bei 51,80 ₰ für 1 m (davon durchschnittlich 18 ₰ für Sprengmaterial), während bei der Handarbeit im Durchschnitt von 4 Monaten des Jahres 1884 die Leistung 5,43 m bei 61,57 ₰ für 1 m betrug. — Das zum Bohren erforderliche Betriebswasser wurde aus den oberen Mergelschichten entnommen, indem man an einem angegossenen Stutzen eines eisernen Segmenttübblings eine schmiedeeiserne Rohrleitung angeschraubt hatte. Die für den Arbeitstag verbrauchte Wassermenge betrug 22 bis 25 cbm.

Auf den Erntschächten der Mansfelder Gewerkschaft<sup>3)</sup> betrug die Leistung im Jahre 1885 bei ungestörtem Bohrbetriebe in Sandstein und grobem Konglomerat täglich durchschnittlich 4,2 m. Der dem Unternehmer gewährte Gedingesatz war 128 ₰, der Verbrauch an Sprenggelatine im Konglomerat 31 kg und im Sandstein 16 kg für 1 m Länge.

Im Simplontunnel (Gneiß) betrug die durchschnittliche Tagesleistung auf der Nordseite in den vier Monaten Oktober bis Januar 1901/02 6,76 m, im Albulatunnel, Nordseite (Granit) 6,51 m.

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 138. — Vergleich zwischen Brandtschen und elektrischen Bohrmaschinen in Revue univ. des mines 1900, Tome LI, Nr. 3, S. 207.

2) Österr. Zeitschr. f. B. u. H.-W. 1881, S. 399.

3) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 242.

Der Preis einer Bohrmaschine erster Bauart betrug 4200 *M.*, der zugehörigen Spannsäule für 2 Maschinen 1600 *M.* Die neuere leichtere Bauart kostet 3380 *M.*, die Spannsäule 1120 *M.*

Vielfach wird es als ein Nachteil der hydraulischen Bohrmaschinen überhaupt betrachtet, daß die verbrauchte Kraft nicht gleichzeitig zur Bewetterung zu gebrauchen sei. Dieser Nachteil ist auf Zeche Rheinpreußen auf zweierlei Art beseitigt<sup>1)</sup>.

Erstlich ließ man, nachdem die Löcher angesteckt waren, aus der Hauptleitung Wasser durch eine Brause gegen den Ortsstoß spritzen, welches bei seiner feinen Verteilung den Dampf des Sprengmaterials fast vollständig niederschlug, während er bei Luftmaschinen auf der ganzen Strecke entlang steht. Sodann führte man, gleichfalls aus der Hauptleitung, von 100 zu 100 m ein dünnes Kupferröhrchen in eine vom Schachte bis vor Ort reichende Holzlutte. Aus der 1 bis 2 mm weiten Öffnung des nach dem Orte zu umgebogenen Röhrchens schießt ein Wasserstrahl heraus, welcher die Wetter in der Lutte nach Art der Wassertrommeln ansaugt und gleichzeitig vordrückt.

61. **Gesteins-Drehbohrmaschine nach E. Jarolimek<sup>2)</sup>.** — Diese Bohrmaschine wird mit Luft oder Dampf betrieben. Als Motor dient eine zweizylindrige Maschine mit Exzentersteuerung, welche ebenso wie bei der Brandtschen Bohrmaschine durch eine Schnecke zunächst einen Mitnehmerzylinder, durch diesen aber eine Schraubenspindel dreht. Die letztere ist mit dem Mitnehmerzylinder durch eine Längsnut verbunden, so daß sie sich frei hin und her bewegen kann, und trägt an ihrem Ende das hohle Bohrgestänge mit dem Bohrer (Vollbohrer oder Ringbohrer). Betriebsmäßig eingeführt ist diese Maschine bis jetzt nicht.

62. **Maschine von Trautz<sup>3)</sup>.** — Von C. Trautz in Kalk bei Deutz ist eine drehende Bohrmaschine gebaut, welche wie die Handbohrmaschinen von Lisbeth, Stanek und Reska mit Spiralbohrern arbeitet und deshalb wohl nur für milde Gebirge, wie Kohle, Steinsalz u. s. w. bestimmt ist. Die Maschine wird durch einen mit zwei oszillierenden Zylindern versehenen und mit Dampf oder Preßluft gespeisten Motor bewegt. Der Vortrieb des Bohrers geschieht mittels Differentialschraube, ähnlich wie bei der Maschine von Jarolimek. Die Trautz-Maschine hat sich in dem Kalibergwerke Hercynia bei Vienenburg im Steinsalz, Sylvinit und Sylvinit dauernd gut bewährt. Für den milden Carnallit ist Handarbeit vorteilhafter. — In den vorgenannten Salzen fahren 2 Mann in der 8stündigen Schicht bei einem Streckenquerschnitte von  $3 \times 2,20$  m 0,80 bis 0,90 lfd. Meter auf. In Steinsalz (Bergemühlen) ist die Leistung bei einem Quer-

1) Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. Bonn 1881, S. 151.

2) Österr. Zeitschr. 1889, S. 164, 184, 199, 211.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1878, S. 159.

schnitte von  $10 \times 2,5$  m 15 cbm, in Kainitstrecken ( $3,50 \times 2,50$  m) 1,10 lfd. Meter.

Im Ischler Salzwerke wurde an Stelle der früher gebrauchten Maschine von Reska (33) mit gutem Erfolge eine hydraulische Maschine angewendet, der die Maschine von Trautz als Muster gedient, dabei aber durch Harras wesentliche Verbesserungen in Bezug auf geringeres Gewicht, geringe Umgangszahl der Kurbelwelle und Vorschubvorrichtung erfahren haben soll<sup>1)</sup>. Später hat man die elektrische Bohrmaschine von Siemens & Halske eingeführt.

**63. Die elektrische Drehbohrmaschine von Siemens & Halske.** — Diese Maschine besteht aus drei getrennten selbständigen Teilen, nämlich aus dem Motorkasten, der biegsamen Welle, und der eigentlichen Bohrmaschine.

Der an zwei eisernen Stangen tragbare Motorkasten enthält einen Elektromotor mit gemischter Wickelung, welcher bei 750 Umdrehungen 1 HP effektiv leistet, 54 kg wiegt und für Spannungen bis 330 Volts gebaut werden kann.

Die biegsame Welle überträgt die Kraft auf die Bohrmaschine. Dieselbe besteht aus zwei getrennten Mechanismen, von denen der eine die Drehung der Bohrspindel, der andere deren selbsttätige Vorrückung besorgt. Die Drehung der Bohrspindel *Sp*, Fig. 197, wird durch eine sie

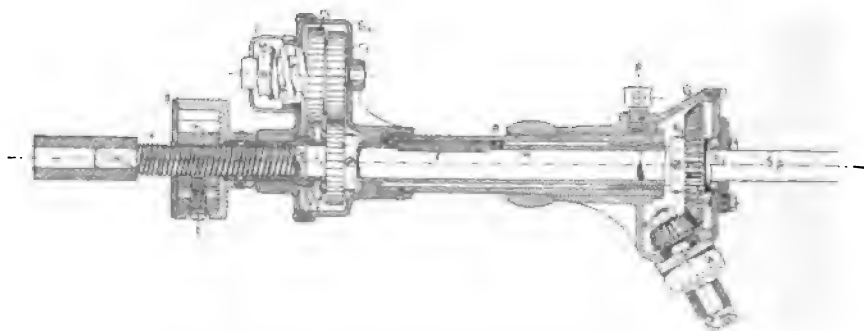


Fig. 197. Elektrische Drehbohrmaschine von Siemens & Halske.

umschließende hohle Welle *w* mittels einer Feder *f* bewerkstelligt, welche in einer Längsnut der schraubenförmig geschnittenen Bohrspindel liegt.

Die Hohlwelle *w* wird durch die Kegelräder *K*<sub>1</sub> und *K*<sub>2</sub> umgetrieben. Die kurze Welle des Kegelrades *K*<sub>1</sub> ist unten zu einer Klauenkuppelungshälfte *K* entwickelt. In diese Klauen paßt das entsprechend geformte

1) Österr. Zeitschr. 1889, Nr. 28.

Ende der biegsamen Welle, welche sich mit Schnappfedern in die ringförmige Hohlkehle  $h$  des Bohrmaschinenkörpers einhängt.

Der Bohrmaschinenkörper selbst besteht aus einem Stahlrohre  $R$ , welches in den Lagerbock des sogen. Leopoldshaller Gestelles (32) eingelegt wird. Das rückwärtige Gehäuse  $G$ , in welchem sich der Kegelradantrieb befindet, ist um das Stahlrohr  $R$  drehbar und kann durch die Preßschraube  $p$  festgeklemt werden.

Durch das auf  $w$  sitzende Zahnrad  $r_1$  wird unter Vermittelung der Vorgelegeräder  $r_2$  und  $r_3$  das Zahnrad  $r_4$  und damit die, die Bohrspindel umschließende Mutter  $v$  angetrieben und zwar mit einer Winkelgeschwindigkeit, welche von derjenigen der Spindel abweicht. Die zwischen  $Sp$  und  $v$  auftretende relative Drehung bewirkt den Vorschub der Spindel. Die Vorschubmutter  $v$  besteht aus den Hälften  $m_1$  und  $m_2$ , welche mittels des zweifach geschnittenen Schraubenbolzens  $b$  auseinander gezogen werden können, um das Einführen und Herausnehmen der Bohrspindel in die Maschine zu ermöglichen. Das die Mutter umschließende Gehäuse  $g$  nimmt an der Drehung des Rades  $r_4$  teil. Der Achsendruck nach rückwärts wird von der Bohrspindel auf die Mutter  $v$ , von dieser mittels der Kugellager  $l_1$  auf die Hohlwelle  $w$ , und weiter durch das Kugellager  $l_2$  auf das Gestell übertragen.

Das Zahnrad  $r_3$  ist nicht fest aufgekeilt, sondern wird nur durch die Reibung, welche durch die mit der Mutter  $M$  belastete Schraubenfeder  $f'$  beim Umlaufe des Rades  $r_2$  verursacht wird, mitgenommen. Der ganze Zahnradmechanismus ist im Gehäuse  $G$  eingeschlossen. Die Wirkungsweise der Bohrmaschine ist nun folgende:

Wären die vier Rädchen  $r_1 r_2 r_3 r_4$  gleich groß, so würden sich die Mutter  $v$  und die Spindel  $Sp$  gleich rasch in demselben Sinne drehen, ein Vorrücken der Schraubenspindel könnte also nicht stattfinden. Nun ist aber  $r_3 > r_4$ , die Mutter dreht sich infolge dessen schneller, als die Spindel, und diese rückt vorwärts. Dieser relativen Drehung zwischen Mutter und Spindel setzt sich als Widerstand der Rückdruck der Spindel, sowie die Reibung in den Gewindegängen entgegen. Zwischen diesem Widerstande und der Reibung in der Reibungskuppelung zwischen  $r_3$  und  $r_2$  wird sich also ein Gleichgewichtszustand bilden. Jede Vergrößerung des Rückdruckes, verursacht durch größere Gesteinshärte, wird die Relativbewegung zwischen  $v$  und  $Sp$  und damit den Vorschub von  $Sp$  vermindern, während dafür die Gleitung zwischen  $r_3$  und  $r_2$  zunimmt.

Sollte der Bohrer gänzlich am Vorschub gehindert sein, so müssen sich  $v$  und  $Sp$  gleich rasch drehen, die Zahnräder  $r_3$  und  $r_2$  gleiten mit der größten, überhaupt möglichen Geschwindigkeit aufeinander und die ganze Motorarbeit wird auf Reibung verwendet.

Der Bohrdruck in der Richtung der Bohrspindel beträgt bei Einstellung der Feder  $f_1$  auf Steinsalz etwa 450 kg.

Bei fast normaler Belastung der Maschine (bei Bremsversuchen) mit etwa 900 Volt ergab sich ein Wirkungsgrad von 0,6, wobei sämtliche Verluste im Motor, im Zahnradvorgelege des Motorkastens, in der biegsamen Welle und in der Bohrmaschine selbst inbegriffen sind. Das Gewicht der Bohrmaschine beträgt 18 kg, dasjenige der Bohrspindel 8 kg, zusammen also 26 kg.

Diese bisher beim Kalibergbau in Neustaßfurt und in Leopoldshall sowie im Haselgebirge bei Ischl gebrauchte Maschine hat sich gerade bei wechselnder Härte des Salzes sehr gut bewährt. In Neustaßfurt bohrte sie 3 m in der Minute und verbrauchte dabei 4 Ampère und 300 Volt.

Bei einer neueren Ausführung erfolgt der Vorschub des Bohrers nach Art der Brandtschen Bohrmaschine durch Druckwasser.

Übrigens ist bei der Siemens-Maschine neuester Konstruktion der Motor am Gestelle angebracht, was der früheren Ausführung mit Motorkasten und biegsamer Welle gegenüber einen wesentlichen Fortschritt bedeutet. Der Bohrvorschub wird in derselben Weise durch Spindelmutter und Bandbremse geregelt, wie es in 33 beschrieben ist. Diese Einrichtung hat sich in Hallstadt seit 1. August 1898 gut bewährt. Der nahezu konstante Stromverbrauch beträgt etwa 1 KW.<sup>1)</sup>

**64. Elektrische Drehbohrmaschine System Thomson-Houston<sup>2)</sup>.** — Diese Maschine hat keine biegsame Welle. Sie besteht aus einer mit Schraubengewinde versehenen Stange als Bohrmaschinenhalter, das Gewinde bewegt sich in einer Mutter, die sich mit Reibung in einem Stahlringe drehen kann. Die Stange hat außerdem ein Zahnrad, durch welches die Achsendrehung des elektrischen Motors von 2 HP auf die Stange übertragen wird. Der Motor arbeitet mit einer Klemmspannung von 220 Volt und macht dabei 1500 Umdrehungen in der Minute, während die Drehgeschwindigkeit des Bohrkörpers durch die Übertragung auf 300 reduziert ist.

In Gestein von mäßiger Härte steht die Mutter still und das Schraubengewinde rückt mit einer, der Gewindehöhe entsprechenden Geschwindigkeit vor. Wird das Gestein härter, so dreht sich die Mutter im Klemmring und die Geschwindigkeit des Vorrückens wird gemindert.

Der Motor mit der Bohrmaschine wiegt 435 kg, das Gestell 27 kg.

Die Leistung soll in Anthrazit und in hartem Schiefer bis 77 cm Bohrloch in 17 bzw. 32 Sekunden betragen. In milderer Kohle hat man 1,50 bis 2,0 m tief in der Minute bohren können.

**65. Union-Bohrmaschine.** — Nach demselben System hat die Union, Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, eine drehende Bohrmaschine für das Kalibergwerk Schmidtmannshall bei Aschersleben ohne biegsame Welle

1) Österr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen 1899, S. 237.

2) Glückauf. Essen 1894, S. 1058.

und ohne Motorkasten gebaut. Eine kleine Dynamomaschine überträgt ihre Drehung direkt auf den Bohrer. Das Gewicht der Bohrmaschine ohne Gestelle und Spindel, welche beim Umstellen und Tragen leicht herausgenommen werden kann, beträgt nur 60,5 kg, mit Spindel 67 kg. Der Kraftverbrauch beträgt durchschnittlich 330 Volt und 2,5 bis 3,0 Ampère (1,4 HP).

Der Motor hat ein kapselförmiges Magnetgestell *a* (Taf. VII), in dessen unterem Teile der eine Polschuh *b* und die beiden Lager für die Ankerwelle angegossen sind. Der obere Teil ist aufgeschraubt und trägt den oberen Polschuh *b* mit der Schenkelwicklung *c*, die beiden Augenlager für das Antriebsvorgelege und zwei Zapfen *q* zum Aufhängen der Maschine im Bohrgestelle. Der Anker *d* ist als Trommelanker gewickelt, hat kupfernen Kollektor *e* und Kohlenbürsten und trägt auf seinem hinteren freien Ende ein kleines Getriebe *g*, das in ein größeres, innen verzahntes Rad *h* eingreift, welches auf der hohlen Antriebswelle *i* befestigt ist. Zwei in derselben angebrachte Federn greifen in die langen Nuten der Bohrspindel *k* und teilen dieser die Drehung mit.

Das Gewinde auf der Bohrspindel ist trapezförmig geschnitten, um den Druck des Bohrers *l* möglichst senkrecht zur Bohrrichtung auf die Mutter *m* zu übertragen. Letztere ist zweiteilig zum Aufklappen eingerichtet und kann durch einen einfachen Handgriff geöffnet oder geschlossen werden. An dem hinteren Ende wird die Mutter außer dem Gelenke noch durch Knaggen unterstützt, wodurch sich der Druck des Bohrers auf einen Metallring *n* überträgt, in welchem ein Kugellager *p* zur Verminderung der starken Reibung angebracht ist.

Den Metallring umschließt ein stellbares Bremsband *o*, das durch einen Zapfen am Deckel des Gestells gehalten wird. Durch mehr oder weniger starkes Feststellen des Bremsbandes wird der Vorschub geregelt, s. 33. Die Stößelkontakte *r* dienen zum Anschluß an die elektrische Leitung.

Nach Versuchen in Hallstadt<sup>1)</sup> ist in annähernd gleichem Gebirge der Verbrauch an Bohrern um 12 % geringer, als bei der Maschine von Siemens & Halske (63), weil der Bohrer bei dieser schabend, bei jener unter größerem Drucke brechend wirkt. Sobald Anhydrit in größerer Mächtigkeit auftrat, versagte die Union-Maschine und für Mächtigkeiten über 0,5 m auch die Maschine von Siemens & Halske.

## B. Das Wegthun der Bohrlöcher.

**66. Gezähe und Materialien.** — Zum Besetzen und Wegtun der Bohrlöcher gebraucht man an Gezähen und Materialien:

Den Stampfer, die Schießnadel oder Räumnadel, Besatz, Patronen, Sprengmaterialien und Zünder.

1) Organ des »Verein der Bohrtechniker«, 1901, Nr. 19, S. 11.



Der Stampfer, dasjenige Gezähstück, mit welchem man den Besatz, also den Verschuß des Bohrloches feststampft, besteht in der Regel aus einem eisernen, seltener hölzernen runden Stabe, der nach unten zu dicker wird. In diesem Teile befindet sich eine Längsnut, in welche die Schießnadel oder die Zündschnur paßt.

Von den Bemühungen, bei Pulverladung die eisernen Stampfer durch solche von Bronze zu ersetzen, um das Funkenreißen zu verhüten, ist man zurückgekommen, da die Explosionen, welche während des Besetzens in der That vorgekommen sind, nicht in Funkenreißen begründet sein können, weil das Sprengmaterial durch den ersten Besatz schon vollständig abgesperrt ist. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß in solchen Fällen schon der erste Besatz gegen die Regel (oft durch Schlagen mit dem Fäustel) zu fest gestampft war, so daß dadurch eine Pressung und folglich auch Erhitzung der eingeschlossenen Luft herbeigeführt und hierdurch die Explosion veranlaßt wurde. Eine Entzündung zunächst der feineren Pulverteile ist dabei ebenso erklärlich, wie diejenige eines Stückes Schwamm in dem aus der Physik bekannten pneumatischen Feuerzeuge.

Der Besatz ist dasjenige Material, mit welchem der im Bohrloche befindliche Sprengstoff abgeschlossen wird. Das Abschießen erfolgte ursprünglich durch den Schießpflock, ein genau passendes Stück Holz, in welchem sich eine Furche für die Zündung befand und welcher in das Loch getrieben wurde.

Diese umständliche, kostspielige und gefährliche Methode wurde bis zum Jahre 1687 beibehalten, wo durch einen Sachsen Carol Zumbe beim Oberharzer Bergbau der Lettenbesatz eingeführt wurde<sup>1)</sup>.

Das beste Besatzmaterial wird, wie am Harz, aus quarzfreiem, mildem Tonschiefer hergestellt, indem man denselben fein pocht oder mahlt und in eine ziegelsteinähnliche Form bringt. Außerdem dienen zu demselben Zwecke alle zur Hand befindlichen weichen Gesteinsarten, sodann Ziegelbrocken, alter Mörtel u. s. w. Die Verwendung des Mörtels ist wegen des darin befindlichen Sandes nur dann ohne Bedenken, wenn keine eisernen Schießnadeln angewendet werden.

Zweckmäßig ist es, besonders beim Schießen mit der Nadel, etwas weichen Letten zuerst unmittelbar auf die Patrone, sodann aber auch auf jeden »Bund« Besatz zu bringen. Der Letten drängt sich beim Besetzen in die Zündspur, macht deren Wandung nach dem Herausziehen der Nadel glatt (besonders wenn man die Vorsicht gebraucht, die Nadel vor dem Herausziehen einige Male zu drehen) und verhütet dadurch, daß einzelne Besatzbröckchen in die Zündspur fallen und dieselbe verstopfen. Aus letzterem Grunde wird auch die Oberfläche des Besatzes um die Nadel herum mit weichem Letten verstrichen.

---

1) Hoppe, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. 2. Liefg.

Bei Dynamit genügt ein Besetzen mit Wasser oder Sand. Indessen ist auch hier die Wirkung bei festem Besatze eine bessere, ja bei weiten Bohrlöchern und festem Gesteine ist derselbe unbedingt notwendig.

Die in früherer Zeit angewendete Methode des Hohlraumschießens oder des Schießens mit Expansion, wobei über oder unter der Ladung ein hohler, vom Besatze nicht ausgefüllter Raum blieb, hat keinen praktischen Wert. Bei neueren Versuchen in Saarbrücken<sup>1)</sup> zeigte sich eine erheblich größere Wirkung im Bleizylinder (s. d.), wenn der Hohlraum mit Sand ausgefüllt wurde, woraus sogar folgt, daß der Hohlraum schädlich wirkt<sup>2)</sup>.

Die Schieß- oder Räumnadel wird in neuerer Zeit vorwiegend aus Kupfer oder dessen Legierungen angefertigt, weil beim Herausschlagen eiserner Nadeln leicht Unglücksfälle durch Funkenreißen entstehen können. Die Nadel muß bis zur Spitze hin allmählich dünner werden und vollkommen rund sein, auch ist auf den dauernd guten Zustand der Nadel sorgfältig zu achten.

Vor dem Einstecken in die Patrone wird die Nadel mit Öl bestrichen und dabei gleichzeitig mit den Fingern untersucht, ob sie frei von Beulen und Häkchen an der Spitze ist. Nach dem Besetzen des Loches soll die Nadel mit der Hand, oder mit dem durch das Ohr gesteckten Stampfer etwas gedreht werden, wodurch man sie lockert und gleichzeitig die Wandungen der Zündspur glättet. Sodann wird die Nadel mit der Hand, oder dadurch herausgezogen, daß man den Stampfer als Hebel braucht, indem man sich in der Nähe des Bohrloches einen Stützpunkt sucht.

Sprengmaterialien<sup>3)</sup> sind feste oder flüssige chemische Verbindungen, deren Bestandteile sich bei der Entzündung plötzlich in gasförmige Verbindungen umsetzen. Die Spannung dieser Gase ist die Sprengkraft, welche von der Zündstelle aus nach allen Richtungen hin in gleicher Weise wirkt.

Der chemische Vorgang, auf welchem die Entstehung der Gasverbindungen beruht, ist die Verbrennung, also die Verbindung eines brennbaren Körpers mit Sauerstoff. Der verbrennende Teil — Kohlenstoff — nimmt den nötigen Sauerstoff aus einem in dem Sprengmaterialie enthaltenen sauerstoffreichen Körper. Explosion ist augenblickliche Verbrennung, bezw. plötzliche Bildung von gasförmigen Verbrennungsprodukten mit hoher Spannkraft.

Die letzteren sind hauptsächlich Kohlensäure und Wasser, bei nicht genügend vorhandenem Sauerstoff auch Kohlenoxydgas. Ein Teil des

1) Klose in Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 97.

2) Österr. Zeitschr., Vereins-Mitteil. 1888, S. 16.

3) Mitteilungen über die theor. Bewertung und prakt. Unters. der Sprengstoffe von Max Georgi im Jahrb. für das B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen. 1887, I. T.

Sprengmaterials kann sogar unverbrannt entweichen, und dürfte es lediglich einer solchen unvollkommenen Verbrennung zuzuschreiben sein, wenn man hier und da hört, die Sprenggase irgend eines Sprengmaterials verursachten Kopfweg, Übelkeit u. s. w.

Im allgemeinen wirkt dasjenige Sprengmaterial am stärksten, bei welchem die größte Gasmenge in der kürzesten Zeit und unter Entwicklung der höchsten Temperatur durch die Entzündung erzeugt wird.

Hiernach muß zunächst der Kohlenstoff leicht entzündlich, mithin möglichst fein verteilt sein, der sauerstoffhaltige Körper muß seinen Sauerstoff leicht und schnell abgeben, die Bestandteile, welche demnächst eine gasförmige Verbindung eingehen sollen, müssen innig gemengt sein, und endlich muß sich die Ursache der Entzündung, welche zunächst nur auf einen kleinen Teil des Sprengmaterials wirkt, möglichst in demselben Augenblicke durch die ganze Masse fortpflanzen.

Nach letzteren Gesichtspunkten lassen sich die Sprengmaterialien in zwei Klassen bringen<sup>1)</sup>, nämlich zunächst in solche, bei denen sowohl der Kohlenstoff, als auch der sauerstoffhaltige Körper in fester Form vorhanden sind (langsam explodierende, »deflagierende«), und in solche, bei denen alle Bestandteile, oder einzelne von ihnen, flüssig sind bezw. vor der Fabrikation waren (schnell explodierende, brisante, »detonierende«). — Es ist klar, daß die vorstehend aufgeführten Bedingungen am vollständigsten bei der letzteren Art von Sprengmaterialien erfüllt werden, woraus die größere Kraft derselben im Vergleiche zum Pulver erklärlich ist.

Zündet man eine frei hängende Patrone mit Schwarzpulver an einem Ende mit einem glühenden Körper an, so pflanzt sich die Wärme von einem Molekül zum nächsten fort, der Sprengstoff deflagiert. Dasselbe ist der Fall, wenn man ein brisantes Sprengmaterial an einem Ende durch Feuer entzündet. Durch einen Schlag erfolgt jedoch die Entzündung der ganzen Masse, die Detonation, nicht infolge allmählicher Wärmeübertragung, sondern durch den enormen Druck, welcher bei der Entzündung der ersten Moleküle entsteht und für jedes Molekül die nötige Entzündungstemperatur liefert.

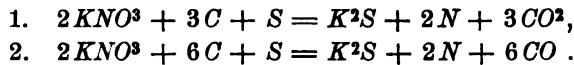
Die Geschwindigkeit der Explosionsfortpflanzung beträgt bei den deflagierenden Körpern 3 m, bei den detonierenden Körpern über 5000 m.

**67. Das Pulver.** — Das Pulver (Grubenpulver, Sprengpulver) besteht aus Kohle (C), Kaliumsalpeter ( $KNO_3$ ) und Schwefel (S). Die Kohle wird aus den weichsten Holzarten hergestellt, der Salpeter enthält den zur Verbrennung nötigen Sauerstoff, während der Schwefel in dem Augenblicke, in welchem die Umsetzung der einzelnen Körper erfolgt, eine Verbindung mit dem Kalium des Salpeters eingeht und dadurch sowohl die

1. Österr. Zeitschr. 1894, S. 451.

augenblickliche Abgabe des Sauerstoffs befördert, als auch eine fast vollständige Beseitigung der Kaliumkarbonatbildung herbeiführt. Durch letzteren Umstand wird mit der in höherem Maße frei werdenden Gasmenge die Spannung vergrößert.

Je nach dem Verhältnisse des Salpeters zur Kohle entsteht bei der Verbrennung Kohlensäure oder Kohlenoxyd. Theoretisch läßt sich dieses durch folgende chemische Formeln zeigen:



Das Schwefelkalium bildet hauptsächlich den bei der Verbrennung des Pulvers bleibenden, festen Rückstand.

Da die Verbrennung des Pulvers zu Kohlensäure eine vollkommenere, lebhaftere ist und sich dabei die höchste Temperatur entwickelt, so muß das sogenannte Kohlensäurepulver stärker sein als das Kohlenoxydpulver.

Anderseits wird das Pulver durch Zusatz von Kohle billiger, bei höherem Salpetergehalte teurer.

In Prozenten ausgedrückt enthalten 100 Gewichtsteile rund:

bei Jagdpulver. . . . .	78 Salpeter
	10 Schwefel
	12 Kohle,
bei starkem Sprengpulver . . . .	75 Salpeter
	12 Schwefel
	13 Kohle,
bei schwachem Sprengpulver. . .	64 Salpeter <sup>1)</sup>
	16 Schwefel
	20 Kohle.

Komprimiertes Pulver (Kartuschenpulver, gepreßtes, prismatisches Sprengpulver) wird von der Rheinischen Pulverfabrik in Kernen von zylindrischer Form von 4 cm Länge und, je nach der Bohrlochweite, von 22 oder 35 mm Durchmesser mit einem Längskanal in der Mitte, geliefert. Dasselbe besteht aus gewöhnlichem Pulver und verhält sich im Preise zu letzterem wie 1,43 : 1 (50 : 35 *M*), in der Wirkung hingegen nach den bisherigen Erfahrungen wie 1,71 : 1, so daß sich die Sprengkosten etwas niedriger stellen würden<sup>2)</sup>, was indes nicht überall erwiesen ist.

Beim Besetzen werden die Kartuschen für das Bohrloch in der erforderlichen Länge abgezählt und nacheinander in die Patronenhülse gesteckt. Die Patrone wird sodann vorsichtig bis auf die Bohrlochsohle gebracht. Das Wegtun der Schüsse findet mit Sicherheitszündern statt.

Die mit dem komprimierten Pulver erzielten Resultate sind meistens

1) Mitunter findet man noch schwächeres Pulver mit 62% Salpeter.

2) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 245.

günstige gewesen<sup>1)</sup>. So zeigten sich auf den Steinkohlengruben Vereinigte Mathilde und König in Oberschlesien, sowie auf den königlich sächsischen Werken in Zaukeroda übereinstimmend eine geringe Rauchentwicklung, ein geringerer Sprengmaterialienverbrauch (die Kosten blieben in Zaukeroda dieselben), ferner eine Erhöhung des Stückkohlenfalls und eine (in Zaukeroda um 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) höhere Arbeitsleistung. Die günstigen Ergebnisse in Bezug auf Stückkohlenfall haben durch umfassende Versuche auch auf den Gruben Gerhard und Heinitz Bestätigung gefunden<sup>2)</sup>.

Gegen Feuchtigkeit ist das komprimierte Pulver allerdings ebenso empfindlich, wie Kornpulver.

Es muß jedoch erwähnt werden, daß nach den auf den Saarbrücker Gruben angestellten Versuchen mit komprimiertem Pulver im Bleizylinder die gute Wirkung desselben weniger der Form, als der ausgezeichneten Qualität zuzuschreiben war, da zerbrochene Patronen eine weit größere Kraft zeigten, als unzerbrochene<sup>3)</sup>, jedenfalls deshalb, weil die Entzündungsgeschwindigkeit durch die dichte Oberfläche erheblich vermindert wird.

Sprengsalpeter von J. W. Rüschel in Butzbach (Großherzogtum Hessen) besteht aus Kohle, Schwefel und Natriumsalpeter anstatt des Kaliumsalpeters, ist deshalb billiger (um 10  $\%$  pro kg), aber auch schwächer und gegen Feuchtigkeit empfindlicher als Grubenpulver. Bei geringem Widerstande und dort, wo die Feuchtigkeit der Grubenluft vom Gestein aufgenommen wird, ist die Verwendung von Sprengsalpeter vorteilhaft, so besonders beim Kalibergbau.

Auf dem Salzbergwerke Schmittmannshall bei Aschersleben hat man komprimierten Sprengsalpeter angewendet, welcher sich um  $\frac{2}{3}$  billiger stellte, als der gewöhnliche Sprengsalpeter<sup>4)</sup>.

Andere Pulversorten. — Außerdem gibt es noch eine Anzahl von Pulversorten, bei denen als verbrennlicher Körper statt Holzkohle irgend eine andere Kohlenstoff haltende Substanz, wie präpariertes Sägemehl, Kleie, Zucker, Blutlaugensalz u. s. w. enthalten ist. Bei einigen ist auch der Salpeter durch andere sauerstoffreiche Salze, z. B. chlorsaures Kali, ersetzt.

Hierher gehören: das Holzpulver, das Pulver von Himly, Davey, Kupp in Mühlheim a. d. Ruhr, Designolle und Neumayr, sowie das Ammoniakrut und Dykershoffs Patentpulver (Fabrik von Ed. Dahl bei Honnef), Lithofracteur<sup>5)</sup>, Haloxylin.

Keine dieser Sorten hat nennenswerte Vorzüge vor dem gewöhnlichen Pulver, dennoch kann die eine oder andere derselben mit Vorteil Ver-

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 190; 1884, Bd. 32, S. 274.

2) Ebenda, 1885, Bd. 33, S. 217.

3) Ebenda, 1883, Bd. 31, S. 97.

4) Ebenda, 1885, Bd. 33, S. 217.

5) Ebenda, 1859, Bd. 7, S. 156.

wendung finden, wenn z. B. die betreffende Fabrik in der Nähe der Grube liegt, so daß an Frachtkosten erspart wird.

Der von der Westfälisch-Anhaltischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft in Berlin in den Handel gebrachte »Petroklastit« besteht aus 69% Chilisalpeter, 5% Kalisalpeter, 13% Steinkohlenpech, 10% Schwefel und 3% Kaliumbichromat. Wie gewöhnliches Pulver, so ist auch Petroklastit sehr hygroskopisch und sind deshalb die, die Patronen enthaltenden Pakete mit geleintem Papier umhüllt. Diese Umhüllung muß auch nach jeder Entnahme von Patronen sorgfältig wieder umgeschlagen werden. Versuche mit Petroklastit haben auf Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken besonders in fester Kohle und im Nebengestein gegenüber dem gewöhnlichen Sprengpulver sehr günstige Erfolge gehabt<sup>1)</sup>.

Die Entzündung aller Pulversorten geschieht durch Feuer, welches zunächst einem Teile des Pulvers direkt zugeführt wird und sich von da durch die ganze Masse verbreitet, wobei es wahrscheinlich ist, daß durch die Hitze und die Spannung der zuerst entwickelten Gase die Entzündung beschleunigt wird.

Entzündungs- und Explosionstemperatur liegen bei diesen Pulversorten nahe zusammen, ein bis zur Entzündung erhitzter Teil veranlaßt die Explosion der ganzen Masse. Jedoch findet dieselbe nicht so augenblicklich statt, wie bei den folgenden Sprengstoffen, sie verteilt sich auf einen gewissen Zeitraum, welcher zur Sprengkraft des Materials in umgekehrtem Verhältnis steht.

**68. Das Sprengöl** (Nitroglycerin), der neutrale Salpetersäureäther des Glycerins, wurde von Sobrero im Jahre 1847 zu Paris entdeckt, aber erst durch den Schweden Alfred Nobel 1862 in die Technik eingeführt. Dasselbe hat jetzt noch insofern Wichtigkeit, als es der eigentlich wirkende Bestandteil einiger der stärksten Sprengstoffe ist. In reinem Zustande wird es seiner Gefährlichkeit wegen nicht mehr in den Handel gebracht.

Das Sprengöl wird dargestellt durch Einwirkung von konzentrierter Salpeter- und Schwefelsäure auf Glycerin (Ölsüß), wobei das letztere den Kohlenstoff in flüssiger Verbindung ( $C^3H^8O^3$ ) enthält. Der Sauerstoff wird von den übrigen gleichfalls flüssigen Verbindungen geliefert.

Die bemerkenswertesten Eigenschaften des Sprengöls sind folgende:

Es ist eine helle, ölige, in Äther und Alkohol lösliche Flüssigkeit von 1,7 spez. Gewicht, ohne Farbe und Geruch, sowie von schwach süßlichem Geschmack, welche schon bei Genuß von kleinen Quantitäten giftig wirkt und Kopfschmerzen, sowie Kolik hervorruft. Das Sprengöl erstarrt je nach der Darstellungsweise bei 7,2° bzw. 11,8° C. zu einer festen Masse, deren Zerteilung durch Schlagen oder Brechen äußerst gefährlich ist und zu den schwersten Unglücksfällen Veranlassung gegeben hat.

1) Preuß. Zeitschr. 1901, S. 290.

An Feuer entzündet, brennt das Sprengöl mit Flamme ohne Explosion ruhig ab, weil es zu derjenigen Gruppe von Sprengstoffen gehört, bei denen Entzündungs- und Explosionstemperatur weit auseinander liegen. Eine Zündschnur bringt deshalb Sprengöl nicht zur Explosion. Durch heftigen Schlag dagegen erfolgt augenblickliche Entzündung der ganzen Masse, also Explosion, weil sich der auf einen Teil des flüssigen Sprengöls ausgeübte Schlag, bezw. die dadurch erzeugte Entzündung, sofort durch die ganze Masse fortpflanzt und weil in einer Flüssigkeit die Mischung der C- und O-Atome eine viel innigere ist, als bei den festen Sprengmaterialien.

Bei der Anwendung von Sprengöl kam es mehrmals vor, daß ein Teil desselben unverbrannt in die vorhandenen oder beim Anfange der Explosion gebildeten Gesteinsspalten eindrang und beim Ansetzen neuer Bohrlöcher durch die Fäustelschläge zur Explosion gebracht wurde.

Die dadurch herbeigeführten Unglücksfälle und andere in der überaus leichten Entzündlichkeit des Sprengöls begründete Übelstände waren die Veranlassung, daß der Fabrikant Alfred Nobel in Hamburg ein anderes Sprengmaterial, das Dynamit, herstellte, bei welchem die Entzündlichkeit und damit die Gefährlichkeit wesentlich verringert wurde, allerdings auf Kosten der Sprengkraft.

69. **Dynamit.** — Die stärkste Sorte Dynamit besteht aus 75% Sprengöl und 25% eines sehr feinen Kieselpulvers (Kieselguhr), welches sich in großer Menge bei Lüneburg findet. Dieses Kieselpulver ist ein für die Sprengkraft indifferenter Körper, welcher lediglich den Zweck hat, die einzelnen Sprengölteilchen gewissermaßen auseinander zu ziehen und damit deren plötzliche und leichte Explosion bei Schlagwirkung zu erschweren.

Außer der eben genannten Sorte Dynamit werden auch schwächere hergestellt (Sorte II und III), bei denen der Sprengölgehalt bis auf 55% herabgeht.

Das Dynamit brennt beim Entzünden durch Feuer an der Luft ebenso wie das Sprengöl ohne Explosion ruhig ab, es erleidet durch Feuchtigkeit in kurzer Zeit keine nennenswerte Veränderung, kann deshalb länger in der Grube aufbewahrt werden, als Pulver, und eignet sich ganz besonders zum Sprengen nasser Bohrlöcher. Bleibt aber das Dynamit längere Zeit mit Wasser in Berührung, so findet eine Osmose zwischen Wasser und Nitroglyzerin statt, dieses sammelt sich im Bohrloche an und hat sich beispielsweise in einem Falle (Zeche Rheinpreußen) entzündet, als nach weggetanem Schusse ein Arbeiter mit dem Krätzer in die stehengebliebene Pfeife fuhr, um deren Tiefe zu messen.

Kann man also in solchem Falle ein Bohrloch nicht bald abschießen, dann ist es nach diesem Vorgange geraten, wasserdichte Patronen zu verwenden.

Das Dynamit ist eine graubraune, geruchlose Masse, bei  $+8^{\circ}$  C. fettig

teigartig, in der Kälte hart und muß dann vorsichtig wieder erwärmt werden, was am einfachsten dadurch geschieht, daß man das Dynamit in die Grube bringt oder in einem, in warmes Wasser gestellten Gefäße aufbewahrt. Für größere Mengen, die man nicht in die Grube bringen will oder kann, hat man Kammern mit Luftheizung oder ein größeres Gefäß mit doppelten Wänden<sup>1)</sup>, zwischen welche warmes Wasser gegossen wird; auch stellt man die Dynamitkiste auf Pferdedünger. Die besonders bei der Luftheizung entwickelte Wärme muß indeß sehr mäßig gehalten werden, damit keine Zersetzung des Sprengöls eingeleitet wird, welche allem Anscheine nach dessen Explosionsfähigkeit derart erhöht, daß man Selbstentzündung zu befürchten hat<sup>2)</sup>.

Einzelne Patronen tragen die Arbeiter am besten in einer Kleidertasche bei sich.

Vor allen Dingen darf Dynamit nicht der strahlenden Wärme ausgesetzt, auch nicht in der Nähe von heißen Öfen, Dampfkesseln u. s. w. aufgetaut werden.

Ebenso wie das Nitroglycerin ist das Dynamit durch langsame Erhitzung auf 180° C. zur Explosion zu bringen, schnell erhitzt explodiert es bei 200° C. Starke mechanische Schläge, welche in der getroffenen Dynamitmasse 180° Temperatur erzeugen, können eine Explosion veranlassen.

Durch direkten Sonnenschein wird Dynamit allerdings entzündet, brennt aber in offenen Behältern mit ruhiger Flamme ab, während in fest verschlossenen Gefäßen, ebenso wie beim Sprengöl, durch die Spannkraft der entwickelten Gase eine Explosion eintreten kann. Man transportiert deshalb das Dynamit, welches möglichst dicht in Patronen gepackt geliefert wird, in leichten Holzkisten.

Der elektische Funke bringt direkt keine Explosion hervor, folglich ist auch der Blitz bei Transport und Aufbewahrung gefahrlos.

Ebensowenig hat man das Dynamit dadurch zur Explosion bringen können, daß man es (durch Herabschleudern eines mit Dynamit gefüllten Fäßchens aus der Höhe von 50 m auf Felsboden) Stößen aussetzte, wie sie beim Transport kaum in derselben Heftigkeit vorkommen können.

Die Entzündung des Dynamits wird herbeigeführt, indem man an dem einen Ende der Zündschnur ein Zündhütchen mit Knallquecksilber mittels einer Zange befestigt, dasselbe in die Dynamitpatrone, bezw. in eine besondere Schlagpatrone, einschiebt und die Patrone so fest zubindet, daß die Zündschnur sich nicht herausziehen kann.

1) Dynamit-Wärm-Apparat von Below (Berlin S., Graefestr. 12) in Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37. Vers. u. Verbess. I.

2) Mitteilungen des Vereins für die berg- u. hüttenm. Interessen im Aachener Bezirke. 103. Sitzung des Vorstandes am 25. Juni 1881.



Der Knallsatz explodiert bei der Entzündung durch die Zündschnur und der dadurch herbeigeführte Schlag ist stark genug, um auch das Dynamit zur Explosion zu bringen. Da die Gefahr der Explosion der Dynamitpatronen erst mit dem Einführen der Zündschnur entsteht, so soll dies erst unmittelbar vor der Sprengung vorgenommen werden.

Während das reine Sprengöl 13mal so stark ist als Pulver, so hat Dynamit nur etwa die 7- bis 8-fache Stärke. Eine weitere Verstärkung ist dadurch erreicht, daß man statt der Infusorienerde ein Material anwendet, welches mehr als 75% Sprengöl aufsaugen kann, ohne dasselbe wieder tropfenweise ausschwitzen zu lassen — ein Umstand, welcher bei nachlässiger Fabrikation auch bei Dynamit eintritt, sich selbst bei geringhaltigeren Sorten durch fettige Flecken an den Patronen bemerkbar macht und alle Gefahren des reinen Sprengöls wieder hervorruft.

**70. Sprenggelatine.** — Die Sprenggelatine, durch 7 bis 10% Kolloidumwolle und Nitroglyzerin erzeugt, ist eine gummiartige, etwas elastische, in Farbe und Aussehen der Glyzerinseife ähnliche Masse. Angezündet brennt sie in kleinen Quantitäten und ohne festen Einschluß ruhig und ohne Rückstand auf, dagegen kann eine langsame Erhitzung von 60° C. an bei 240° C. eine Explosion herbeiführen. Gegen Stöße und Schläge ist Sprenggelatine weit unempfindlicher, als Dynamit, deshalb sind auch beim Gebrauche stärkere Zündhütchen und besondere Schlagpatronen erforderlich, welche angeblich aus Schießwolle, Salpeter und geschliffenem Holzstoffe, mit 90% Sprengöl getränkt, bestehen.

Sprenggelatine soll nach Nobel um 50 bis 60% stärker sein, als 76prozentiges Dynamit. Die effektive Mehrleistung gegen das letztere betrug in Ramsbeck 8 bis 10%, wobei der Kostenpunkt nicht in Rechnung gezogen wurde. Ferner ist das Material völlig unveränderlich in Wasser, friert erst unter 0°, also schwerer als Dynamit, und taut deshalb auch leichter auf, es erfordert aber dieselben Vorsichtsmaßregeln, wie Dynamit.

Beim Ausschießen der unterirdischen Maschinenräume auf der fiskalischen Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz O./S.<sup>1)</sup> stellte man vergleichende Versuche zwischen 75prozentigem Dynamit (190 *fl.* pro 100 kg) und Sprenggelatine (290 *fl.* pro 100 kg loco Tarnowitz) an. Das letztere wurde unter Zusatz von 25% des erstgenannten Dynamits in Form von Schlagpatronen verwendet.

Auf 1 cbm ausgeschossenen Raum in sehr festem Dolomit mußte von Dynamit 0,524 kg, dagegen von Sprenggelatine mit  $\frac{1}{4}$  Dynamitzusatz nur 0,247 kg aufgewendet werden, die Kosten für 1 cbm stellten sich demnach auf 0,997 *fl.* bzw. 0,665 *fl.*. Neben dieser Ersparung von 33,3% an den Kosten ergab sich bei Anwendung der Sprenggelatine eine Mehrleistung, welche bis auf 50% stieg.

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 265; 1883, Bd. 31, S. 191.

Hiernach ist die Sprenggelatine in weiten Räumen und festem, geschlossenem Gestein dem Dynamit weit überlegen, wie denn überhaupt jedes stärkere Sprengmaterial am vollständigsten in weiten Räumen zur Geltung kommt, weil dort der Unterschied in der Größe der, der Stärke verschiedener Sprengmaterialien entsprechenden Geschicke weit größer genommen werden kann, als in engen Räumen.

Auch beim Mansfelder Kupferschieferbergbau<sup>1)</sup> stellten sich Leistung und Kosten bei Sprenggelatine wesentlich günstiger als Dynamit.

Es sind indes mehrere Explosionen vorgekommen, welche auf eine Selbstentzündung<sup>2)</sup> entweder der Sprenggelatine selbst oder zunächst der Vorschläger (Schlagpatronen) zurückgeführt werden, so am 9. November 1880 in dem Magazin der Zeche Rheinpreußen bei Homberg (mit 25 Zentner Dynamit und 3 Zentner Sprenggelatine nebst Vorschlägern), ferner in einem unterirdischen Magazin in Ramsbeck und in einer Fabrik bei Mansfeld (Filiale der Dynamitfabrik von Opladen, wo 96½ Zentner Nobelsche Gelatine explodierten, obgleich die Temperatur in dem Magazin höchstens 12° bis 15° betragen haben soll. Nach diesen Vorgängen ist bei Anwendung und Aufbewahrung der Sprenggelatine sowohl, als auch des im nachstehenden beschriebenen Gelatinedynamits in erwärmten Räumen Vorsicht geboten.

Was den Kostenpunkt betrifft, so sind Fälle bekannt, wo die Gesteungskosten für 1 Meter bei Sprenggelatine höher kamen, als bei Dynamit I, so in Bleiberg bei Anwendung der Brandtschen Bohrmaschine<sup>3)</sup>.

**71. Das Gelatinedynamit oder Dynamit (neu)<sup>4)</sup>** ist gleichfalls stärker als Kieselguhrdynamit, hat aber genau dessen Farbe und Aussehen und verhält sich im übrigen sowohl gegen Wasser und Temperatur, als auch in seiner Gebrauchsweise ganz ebenso wie die Sprenggelatine.

Um die Gefahr einer Selbstentzündung dieser Nitrosprengstoffe durch rasche Zersetzung zu vermeiden, empfiehlt es sich, kleine Proben jeder Lieferung etwa 8 Tage lang einer dauernden Wärme von 70° auszusetzen und diejenige Lieferung sofort unschädlich zu machen, von welcher die Probe im Laufe der 8 Tage explodiert ist oder sichtbare Spuren der Zersetzung (in Form roter Dämpfe von Untersalpetersäure) ausgestoßen hat. Auch ist es eine Mahnung zur Vorsicht, wenn schon bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ein Streifen blaues Lackmuspapier, welches man mit einer Probe des Nitrosprengstoffes in ein verschlossenes Gefäß oder unter eine Glasglocke gelegt hat, sich innerhalb 14 Tagen rötet.

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 275; 1883, Bd. 31, S. 191.

2) Österr. Zeitschr. 1884, S. 313.

3) Ebenda, 1891, S. 393.

4) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 34, S. 191.

72. **Schießbaumwolle**<sup>1)</sup> wird jetzt nur noch in gepreßtem Zustande angewendet. Sie ist eine durch Behandlung von Pflanzenfaser (Baumwolle) mit Salpetersäure gewonnene weißgraue Masse, ähnlich wie gepreßte Pappe, und wird meist in Patronen von 25 mm Durchmesser, 100 mm Länge und 60 g Gewicht geliefert. Die Masse ist fest und läßt sich in ihrer Querrichtung, nicht aber in ihrer Längsrichtung zerteilen. Die Patronen sind mit starkem Papier umwickelt.

Man unterscheidet Zündpatronen und Sprengpatronen. Beide sind von gleicher Zusammensetzung, jede Zündpatrone hat jedoch ein Loch an ihrem Kopfe, welches zum Einsetzen der Zündschnur und des Zündhütchens dient. Außerdem ist sie durch einen wasserdichten Überzug gegen andringendes Wasser in nassen Bohrlöchern geschützt, da sie in trockenem Zustande verwendet werden muß. Die Sprengpatronen bedürfen keines wasserdichten Überzuges, da sie auch in feuchtem Zustande (freilich schwerer) durch die Zündpatrone zur Explosion kommen.

Die trockene Schießbaumwolle hat sehr wesentliche Vorzüge, sowohl dem Pulver, als auch den Sprengöl enthaltenden Materialien gegenüber, wie auf mehreren westfälischen Zechen (Westfalia, Concordia, Hamburg, Ringeltaube, Mansfeld), sowie auf den Werken der königlichen Berginspektion in Dillenburg im Jahre 1878 durch eingehende Versuche festgestellt ist.

Hiernach ergab sich eine dem Dynamit nicht nachstehende Sprengkraft und eine große Unempfindlichkeit gegen Stoß und Schlag. Der letztere Umstand hat indes häufige Versager veranlaßt.

Ferner kann es als ein wesentlicher Vorteil gelten, daß die Schießwolle von Temperaturunterschieden absolut nicht beeinflußt wird, sie schwitzt in der Hitze nicht aus und erstarrt nicht in der Kälte, so daß die durch unvorsichtiges Erwärmen von Dynamitpatronen oder gar durch Zerschlagen derselben so häufig vorgekommenen schweren Unglücksfälle vermieden werden.

Der Preis für 100 kg beträgt etwa:

Schießwolle . . . . .	340 ₰
Dynamit . . . . .	213 -
Pulver . . . . .	62 -

so daß hiernach die hohen Kosten der allgemeinen Einführung der Schießwolle in erster Linie in Wege stehen<sup>2)</sup>.

Ungünstige Resultate ergaben sich in Zaukeroda<sup>3)</sup>, Saarbrücken<sup>4)</sup>, Mansfeld, im Rammelsberge bei Goslar und in Grund am Harz.

1, Wirkungen und Vorzüge der komprimierten Schießbaumwolle von Wolf & Co., Walsrode. — Dinglers polyt. Journal Bd. 185, S. 148.

2, Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 242.

3, M. Georgi im Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1882.

4, Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 190.

73. **Kinetit.** — Dieses von der Firma Petry & Fallenstein zu Düren angefertigte Sprengmaterial<sup>1)</sup> besteht aus Nitro- und einfachen Kohlenwasserstoffen, Nitrocellulose, sowie salpetersauren und chlorsauren Salzen mit einem geringen Zusatze von Goldschwefel (Antimonpentasulfid). Die Explosion wird durch ein stark geladenes Zündhütchen herbeigeführt. Versuche, welche auf einzelnen Bergwerken im Reviere Siegen II, Düren und Commern-Gmünd angestellt wurden, haben günstige Erfolge ergeben. Auf Grube Diepenlienen bei Stolberg ist die Arbeitsleistung beim Kinetit durchgängig größer als bei Dynamit ausgefallen, während die Gesamtauführungskosten beim Schachtabteufen sich höher als mit Dynamit stellen. Am Osterwalde waren die Resultate im Vergleich zu Gelatinedynamit I ungünstig<sup>2)</sup>.

74. **Hellhoffit und Carbonit<sup>3)</sup>.** — Von dem Artilleriehauptmann Albr. Hellhoff in Berlin wurde zunächst Hellhoffit erfunden und von der Fabrik Schmidt & Bichel in Berlin fabrikmäßig dargestellt. Bei Versuchen in Neunkirchen bei Saarbrücken wurde es auf zweierlei Weise hergestellt, nämlich einmal aus Dinitrobenzol [ $C^6H^4(NO^2)^2$ ] und  $1\frac{1}{2}$  Salpetersäure ( $HNO_3$ ), das anderemal aus Nitrobenzol ( $C^6H^5NO^2$ ) und Salpetersäure im Verhältnis von  $1:2\frac{1}{2}$  Gewichtsteilen.

Da Hellhoffit jedoch Mängel zeigte, welche geeignet erschienen, der Einführung dieses Materials beim Bergbau Schwierigkeiten zu bereiten, so haben es die Fabrikanten in ein neues Sprengmittel, Carbonit, umgeändert, welches von blaugrauer Farbe, plastisch wie Dynamit ist und ein spez. Gewicht von 1,3 hat. Patronen, welche 2 Stunden in Eis verpackt lagen, waren vollkommen plastisch geblieben. Nach Angabe des Fabrikanten soll Carbonit dieselbe Kraft besitzen, wie Guhrdynamit. Vergl. Kohlencarbonit.

75. **Roburit und Sekurit.** — Roburit<sup>4)</sup> erscheint als eine weitere Entwicklung des Carbonits und besteht aus einer Mischung von Ammonitrat mit Chloronitrobenzin,  $C^6H^3Cl(NO^2)^3$ . Das Roburit erweckte anfangs Hoffnungen auf gute Verwendbarkeit<sup>5)</sup>. Indessen kamen in Zaukeroda und auch an anderen Orten<sup>6)</sup> häufige Versager vor, welche vermuten ließen, daß der Sprengstoff entweder von Natur ungleicher Art ist oder mitunter einer Zersetzung unterliegt. Das Roburit ist deshalb seit 1889 in Zaukeroda nicht mehr zur Anwendung gelangt<sup>7)</sup>.

1) Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 65, 443.

2) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 242.

3) Ebenda, 1886, Bd. 34, S. 59. — Der Sicherheitssprengstoff Hellhoffit von Wohanka & Comp. Wien—Prag. Wien im Selbstverlage, Febr. 1887.

4) Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35. Versuche u. Verbesserungen, S. 4.

5) M. Georgi im Jahrb. für d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1887, 1. T., S. 22.

6) Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 95.

7) M. Georgi im Jahrb. für d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1891, Separatabdruck, S. 5.

Sekurit gehört, wie Roburit, zu den Sprengelschen Sprengstoffen und besteht, soviel bekannt, aus Nitrobenzol und Ammoniumnitrat. Die Sprengkraft stellt sich im Trauzlschen Bleizylinder bei gleichem absoluten Gewicht ungefähr gleich derjenigen des Gelatinedynamits I. Für die Praxis steht jedoch das Sekurit durch sein erheblich geringeres spezifisches Gewicht hinter Gelatinedynamit in der Wirkung zurück, ist auch sehr empfindlich gegen Feuchtigkeit und festes Zusammenpressen beim Besetzen.

**76. Petragit.** — Von A. Dautrelepoint in Köln ist im Jahre 1889 ein neuer Sprengstoff hergestellt, welcher den Namen Petragit<sup>1)</sup> erhalten hat und welcher nach Dr. F. Muck aus beinahe gleichen Teilen »Melassenöl« und salpetriertem Holzmehl mit 64% Kalisalpeter besteht. Nach der Beschreibung werden 5 Teile Äther, 5 Teile Alkohol, 100 Teile Melasse, 10 Teile wässrige Schwefligsäurelösung und 10—15 Teile Glycerin auf 80—90° erwärmt, dann auf 32—33° B. eingekocht, mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure nitriert und endlich mit 40° warmem Wasser ausgewaschen, zuletzt unter Zusatz von etwas Ammoniak zur Wegnahme der letzten Reste freier Säure.

Das so gewonnene »Melassenöl« (Nitromelasse), ein dem Nitroglycerin ähnlicher Körper von 1,66 spez. Gew., wird mit salpetriertem Holzmehl innig gemengt und getrocknet.

Als Vorteile des Petragit vor dem Dynamit werden hervorgehoben die Unmöglichkeit des Gefrierens, die ungleich gefahrlosere Herstellbarkeit, größere Billigkeit bei gleicher Arbeitsleistung wie Gelatinedynamit, Unempfindlichkeit gegen Schlag und Stoß. Trotz gleicher Kraftwirkung hat Petragit nicht die Brisanz des Dynamit und ist deshalb der Stückkohlenfall ungleich größer, als bei Anwendung von Dynamit.

Die Vorteile des Petragit vor Roburit und andern nitroglycerin-freien Sprengstoffen sind nach denselben Angaben wesentlich größere Billigkeit, größere Haltbarkeit, bedingt durch Abwesenheit wasseranziehender Bestandteile, außerordentliche Gleichmäßigkeit der Zusammensetzung, wie sie wohl den Dynamiten eigen, aber bei Roburit und andern Gemengen von mehreren festen Körpern schwer zu erreichen ist. Beim Gebrauch wird fester Besatz empfohlen. Die Sprenggase waren bei den ersten Versuchen auf Zeche Alstaden bei Essen nicht belästigend, auch zeigte sich keine Feuererscheinung. Patronen, welche schon 6 Monate alt waren, hatten keine Veränderung erlitten.

**77. Sonstige brisante Sprengstoffe<sup>2)</sup>.** — Dualin<sup>3)</sup>, Lithofrakteur-

1) D. R. P. Nr. 27696, Nr. 45857. — Dr. F. Muck in Glückauf. Essen 1889, Nr. 55.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 555. — Dinglers polyt. Journ. Bd. 258, S. 220. — Österr. Zeitschr. 1885, S. 4. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Bd. 32, S. 618.

3) Berggeist 1869, S. 270, 346; 1870, S. 290, 293. — Glückauf 1869, Nr. 30; 1870, Nr. 8, 29. — Preuß. Zeitschr. 1868, Bd. 16, S. 232; 1872, Bd. 20, S. 354. —

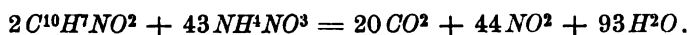
Dynamit<sup>1)</sup>, Lignose<sup>2)</sup>, Romit<sup>3)</sup>, Bronolit (von R. Brones in Wien) bestehen aus Doppelsalzen des Natriumpikrates mit den Pikraten von Baryum und Blei, Kalisalpeter und hochnitriertem Naphtalin. — Nitro-colle von Lelarge und Amiaux, im wesentlichen nitrierter Leim. — Kakaopulver enthält statt Kohle Torfmull. — Hannans Sprengstoff besteht aus 48 chloresurem Kali, 24,3 Salpeter, 10,6 Blutlaugensalz, 11,6 Holzkohle, 5 Paraffin, 0,5 Eisenoxyd. — Cooppals Pulver aus nitriertem Holzstoff mit Salpeter und Stärke. — Bautzener Sprengstoff besteht aus Salpeter und nitrierter Cellulose, hat zwar gegen Dynamit 20% geringere Kraft, ist aber nur halb so teuer, trocken, gefahrlos herzustellen, gefriert nicht und ist unexplosibel, wenn er nicht durch starke Sprengkapseln zur Explosion gebracht wird. — Diorrexin: 42,78 Kalisalpeter, 23,16 Natronsalpeter, 13,40 Schwefel, 7,49 Holzkohle, 10,97 Buchensägespäne, 1,65 Pikrinsäure, 0,55 Wasser. Ferner Petralit, Janit, Carboazotim, Azotim, Amidogene, Lederit, Vulkanit, sowie an indirekt explodierbaren Stoffen: Rhexit, Arlberger Dynamit. — Über die Zusammensetzung dieser Stoffe vergl. Berg- und Hüttenm. Zeitung 1885, S. 457; Dinglers polyt. Journal Bd. 257, S. 167. — Schultze-Pulver<sup>4)</sup> ergab in Saarbrücken im komprimierten Zustande eine der komprimierten Schießbaumwolle etwa gleiche, dem Guhrdynamit etwas überlegene Kraft, es ist aber teuer und kann, einmal feucht geworden, nicht zur Explosion gebracht werden. — Ammonit<sup>5)</sup>.

Bellit<sup>6)</sup> ist ein Sprengstoff, welcher ähnlich wie Roburit von Favier aus einem Gemenge von Ammoniaknitrat mit mehr oder weniger nitrierten Kohlenwasserstoffen (Di- und Trinitrobenzol) besteht.

Favier verwendet vorzugsweise Ammoniaknitrat und Mononitronaphtalin:



Bei der Verbrennung entsteht:



Österr. Zeitschr. 1870, S. 53, 150. — The Engineering and Mining Journal. New York, Vol. 10, S. 119, 311.

1) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 284. — Österr. Zeitschr. 1869, S. 301; 1871, S. 25. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1870, S. 235. — The Engineering and Mining Journal. New York, Vol. 10, S. 153. — The Mechanics Magazine. London, Vol. 94, S. 347.

2) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 95.

3) Zeitschr. des Oberschl. Berg- u. Hüttenm. Vereins 1885, S. 190. — Stahl und Eisen, Jahrg. 9 (1889), S. 897. — Chem.-Ztg. 1899, S. 1158.

4) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 31, S. 244.

5) Glückauf 1891, S. 525.

6) Glückauf. Essen 1888, Nr. 1. — Iron 1888, S. 409. — The iron and coal trades review 1888, S. 659. — Engineering 1888, 9. Novbr. — The Engineer 1888, S. 395.

Roburit (Chloronitrobenzol mit Ammoniaknitrat) soll nach Löwes Patent (D. R. P. Nr. 43866) einen Zusatz von Schwefel erhalten, um die Heftigkeit der Explosion zu mäßigen.

Lewins Balendynamit<sup>1)</sup> besteht aus 75 Teilen Dinitrocellulose, 5 Teilen Sprengöl, 6 Teilen Schiffspech, 2 Teilen Harz, 5 Teilen Schwefel, 7 Teilen Holzmehl oder Dextrin (D. R. P. Nr. 42893).

Lamendorffs Sprengstoff enthält 73 Kaliumnitrat, 9 Ammoniumurat, 9 Schwefel, 9 Kohle, oder in stärkeren Sorten: 70 Kaliumchlorat und 30 Ammoniumurat (D. R. P. Nr. 45106).

Die sauren plastischen Sprengstoffe von Jeschek und Jaresch enthalten die Mono-, Bi- und Trinitroabkömmlinge von Benzol, Toluol u. s. w., Bestandteile des Teeröles, gemischt mit Salpetersäure, Holzwolle, Strohfaser, Jute u. s. w. (D. R. P. Nr. 44041).

Endlich werden in der Zeitschr. für angewandte Chemie 1889, S. 79 und in der Österr. Zeitschr. 1889, S. 156 die diazosulfosäurehaltigen Sprengstoffe von P. Seidler (D. R. P. Nr. 46205) genannt.

Nach Versuchen in den Gruben von Liévin<sup>2)</sup> entspricht Ammoniakdynamit den in einer Schlagwettergrube zu stellenden Anforderungen nahezu, aber seine Kraft ist bedeutend geringer als die des Gelatinedynamits. Noch größere Sicherheit gewährt nach derselben Quelle das Dynamit-Gruson, in Wirkung gleich dem Ammoniakdynamit, aber mit noch schädlicheren Rauchgasen. Der Preis beträgt 4,25 Frs. für 1 kg.

Dahmenit<sup>3)</sup> ist ein Körper, welcher für sich allein nicht zu den Sprengstoffen gezählt werden darf. Seine Überführung in den gasförmigen Zustand kann nur durch die Hitze und Erschütterung herbeigeführt werden, welche andere mit dem Dahmenit in Verbindung gebrachte, höchst brisante Sprengmittel bei ihrer Explosion hervorbringen.

Nach mehrmonatlichen Versuchen auf der Königsgrube O./S. war die Wirkung des Dahmenits in trockenem Gestein gleich der des Dynamits, in nassem jedoch erheblich geringer und bei längerer Einwirkung des Wassers völlig aufgehoben. In Kohlenstrecken erzielte man mehr Stückkohle, in Pfeilerabschnitten dagegen, besonders in den unter Druck stehenden und deshalb zerklüfteten, war die Wirkung eine geringe.

Auch in Lautenthal am Harz war das Resultat kein günstiges, weil sich die Gewinnungskosten höher stellten als bei Dynamit.

Versuche mit Lithotrit in einem Steinbruche bei Trockenberg O./S. hatten ebenfalls ungünstiges Resultat.

Westfalit (Salpetersäure, Ammoniak, Harz, Teeröl und Firniß) ergab in Mansfeld weder beim Streckenbetrieb, noch beim Abbau ein günstiges Resultat<sup>4)</sup>.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1889, Nr. 7, S. 61.

2) Chemiker-Zeitung 1888, S. 1627.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 111.

4) Preuß. Zeitschr. 1893, Bd. 11, S. 187.

Eine ganz enorme Sprengkraft soll nach den Versuchen des Prof. Charles G. Tripler in New York flüssige Luft haben, wenn man sie mit Alkohol oder Terpentin mischt oder Baumwolle damit tränkt und eine Entzündung mittels eines Streichholzes bewirkt<sup>1)</sup>.

78. **Flammensichere Sprengmaterialien**<sup>2)</sup>. — Um die Sprenggase bei der Explosion abzukühlen, schlug Abel 1881 vor, die Bohrlöcher mit Wasser zu besetzen, Miles Settle umgab später die Patrone mit Wasser, W. Jicinský mit nassem feinem Sande<sup>3)</sup> und Galloway schlug Moosbesatz vor, der auch vielfach angewendet wird, zumal der Moosbesatz in Versuchsstrecken eine hohe Sicherheit ergeben hat.

Da man jedoch bei allen diesen »Sicherheitspatronen« vom guten Willen der Arbeiter abhängig ist und da sich der Wasserbesatz nur bei brisanten Sprengstoffen, nicht aber bei Pulverschüssen bewährt hat, so versuchte man, die Patronen mit Salzen von hohem Kristallwassergehalte zu umgeben. Das befriedigte jedoch auch nicht ganz, bis man das Salz innig mit dem Sprengstoffe mengte und auf diese Weise zur Herstellung der Wetterdynamite gelangte. Später hat man Verbindungen hergestellt, welche einerseits bei der Explosion vollkommen vergast werden und anderseits bei ihrer Vergasung weder brennbare Gase, noch Gase mit überschüssigem Sauerstoff ergeben. Auch diese Nitroglyzerin-Sicherheits Sprengstoffe haben den Namen Wetterdynamite erhalten.

Die eingehendsten Versuche hat man in Österreich<sup>4)</sup> und Preußen<sup>5)</sup> mit Mischungen von 66, bzw. 60 Gew.-Teilen Dynamit mit 34, bzw. 40 Gew.-Teilen Soda gemacht. Die Versuche haben in Bezug auf Flammensicherheit allerdings sehr gute Resultate ergeben, es hat sich jedoch auch herausgestellt, daß diese Wetterdynamite eine sehr geringe Sprengkraft besitzen und sich leicht zersetzen, indem das Salz schon bei mäßiger Temperatur sein Wasser verliert. Wird das letztere aber von Kieselguhr aufgesaugt, dann tritt Sprengöl in flüssigem Zustande aus und macht die Handhabung der Patronen gefährlich.

Die französische Wetterkommission<sup>6)</sup> empfiehlt deshalb Mischungen, welche einerseits aus Ammonnitrat ( $NH^4NO^3$ ) und anderseits aus nicht mehr als 1) 40% Dynamit, 2) 30% Sprenggelatine, 3) 20% achtfach nitrierter Schießbaumwolle, 4) 40% Binitrobenzin bestehen.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1899, S. 114.

2) Lohmann in Glückauf. Essen 1893, S. 1435 ff. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, S. 174; 1896, S. 139; 1898, S. 273. — A. Maquet, Explosifs de sûreté. Paris 1894, S. 134. — Heise in Glückauf. Essen 1900, Nr. 13. — Ebenda, 1899, Nr. 34—37; 1900, Nr. 29.

3) Österr. Zeitschr. 1888, S. 506.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1889, 9. März u. 13. April.

5) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 83 u. 1198; 1891, Bd. 39, S. 187.

6) Ann. industr. 1890, S. 495. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 1056. — Ann. d. mines 1899, S. 263.



Bei diesen größten Mengungsverhältnissen soll die Temperatur nicht über 1800° C. steigen und dennoch soll die Sprengkraft nicht wesentlich geringer sein, als diejenige der Sprenggelatine.

Nach den Erfahrungen deutscher Dynamitfabrikanten kann man sich jedoch von Dynamiten mit Zumischungen von salpetersaurem Ammoniak wegen dessen Zerfließlichkeit keinen dauernden Erfolg versprechen. Auch in Österreich haben die Versuche mit Ammonnitrat-, Ammonsulfat- und Salmiak-Wetterdynamiten kein besonders günstiges Ergebnis gehabt.

Bei den bis Juni 1891 von Lohmann in der Neunkirchner Versuchsstrecke angestellten Versuchen<sup>1)</sup> erwies sich Dr. P. Seidlers Sprengstoff, welcher der Klasse der Diazosulfosäuren angehört, wohl als flammensicher, aber von zu geringer Sprengwirkung. Auch waren die Sprenggase wegen ihres Gehaltes an schwefliger Säure außerordentlich belästigend. Günstigere Erfolge sowohl in Bezug auf Flammensicherheit, als auch in Bezug auf Sprengkraft und Haltbarkeit wurden erzielt mit Ammoniumoxalat-Wetterdynamit von der Zusammensetzung:

- 45 % oxalsaures Ammoniak,
- 15 - Natronsalpeter,
- 40 - Sprengöl mit Kieselguhr, soweit letzteres zur Bildung plastischer, aber nicht fetter Patronen nötig ist,

ferner mit Bikarbonat-Wetterdynamit (35 % doppeltkohlensaures Natron, der Rest Sprengöl mit Kieselguhr), und mit den Sprengelschen Explosivstoffen (vergl. 75).

Die letzteren bestehen aus einer Vereinigung verbrennlicher organischer Substanz mit verbrennend wirkendem Sauerstoffträger, wobei man in der Lage ist, durch Verschiebungen in der Zusammensetzung sie so herzustellen, daß sie auch ohne Beimischung fremder Bestandteile einen genügend hohen Grad der Sicherheit gegenüber Schlagwettern und Kohlenstaub besitzen. Den Sprengstoffen dieser Gruppe, zu denen Sekurit, Roburit und der Sprengstoff Favier gehören, wird gegenüber den Dynamiten der Vorzug zuerkannt, daß sie nicht gefrieren, höchst ungefährlich zu handhaben und zum Versand auf den Eisenbahnen Deutschlands als Stückgut zugelassen sind. Auch ergeben sie wegen ihrer geringeren Brisanz besseren Stückkohlenfall als gewöhnliche Dynamite, man muß jedoch starke Zündkapseln (Nr. 6 mit 1 g Knallsalz) verwenden.

In Zaukeroda<sup>2)</sup> hat man gleichfalls gefunden, daß die Gelatine-Wetterdynamite (Bittersalz und Soda) nach kurzer Lagerung ihre Sprengkraft derart einbüßen, daß sie nicht mehr verwendbar waren, außerdem

1) Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 183 ff.

2) M. Georgi im Jahrb. für das B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1891. (Die über die Kohlenstaubgefahr bei dem Königl. Steinkohlenwerke zu Zaukeroda gesammelten Erfahrungen und die gegen dieselbe getroffenen Maßregeln.)

gaben sie schädliche Sprenggase. Man hat deshalb die Versuche mit Kohlenkarbonit und Sekurit fortgesetzt und zwar dauernd mit günstigem Erfolge.

Das Kohlenkarbonit soll in seiner neuesten Zusammensetzung nach Dr. Bielefeld<sup>1)</sup> ein Nitroglyzerin-Sprengstoff sein, dem so viel Kohlenstoffträger (Cellulose, Stärke, Zucker) beigemengt sind, daß bei der Explosion weder freier Sauerstoff noch Kohlenoxyd entsteht, sondern nur Kohlensäure und Wasserdampf. Die Sprengkraft verhält sich in dem Trauzlschen Brisanzmesser zu derjenigen des Gelatinedynamits I ungefähr wie 1 : 2 bis 1 : 2,5.

Das Kohlenkarbonit gefriert wie Gelatinedynamit bei  $+9^{\circ}\text{C}$ . Auch darf es nicht in feuchter Luft und auch nicht zu lange aufbewahrt werden, weil es doch mit der Zeit Wasser aufnimmt und an Sprengkraft verliert.

In erhöhtem Maße ist dies bei Sekurit der Fall.

Andere mehr oder weniger empfohlene flammensichere Sprengstoffe sind Petrogit<sup>2)</sup> (nicht zu verwechseln mit Petragit, 76), Ammonit (Ammoniumnitrat mit Nitronaphtalin), Grisoutine (Sprengöl und Schießbaumwolle mit 70—80% salpetersaurem Ammoniak), Grisoutit (Dynamit und Magnesiumsulfat), ferner Westfalit (77), Ardeerpulver, Dahmenit A (92% Ammonsalpeter, 5,3% Naphtalin, 2,5% doppelt chroms. Kali), Köln-Rottweiler-Sicherheits-Sprengpulver (92,5% Ammonsalpeter, 5,5% vegetabilisches Öl, 2,0% Beimischung), Roburit I (89% Ammonsalpeter, 7% Dinitrobenzol, 4% übermangansaures Kali).

Besonders die drei zuletzt genannten Sprengstoffe haben nach den Ermittlungen von Winkhaus in der Versuchsstrecke auf Zeche Consolidation ein günstiges Resultat ergeben. Ihre Knalltemperatur erreicht nicht ganz  $1500^{\circ}$  (s. u.).

Ebenso wie die Ammonsalpetergruppe verlangt auch die Sekuritgruppe, der man außerdem ungenügende Leistungsfähigkeit vorwirft<sup>3)</sup>, sehr starke Zündkapseln, deren Explosion in der Hand zu schweren Verletzungen führt. Recht günstige Ergebnisse in Bezug auf Stückkohlenfall und Wirkung erzielte man auf der Zeche Ver. Rheinelbe und Alma bei Gelsenkirchen mit Progressit. Da dieser Sprengstoff nach den interessanten photographischen Bildern von Siersch<sup>4)</sup> auch die geringste Flammenerscheinung zeigt, so würde mit ihm ein wertvolles Sprengmittel für Schlagwettergruben vorhanden sein, falls sich nicht in der Praxis Nachteile zeigen sollten.

Als besonders gefährlich haben sich übrigens auch die mit Paraffin getränkten Patronenhülsen gezeigt.

1) Preuß. Zeitschr. 1890, Bd. 38, S. 145.

2) Lohmann in Glückauf. Essen 1893, S. 1436.

3) Lohmann in Glückauf. Essen 1895, S. 1194.

4) Die Photographie im Dienste der Sprengtechnik. Österr. Zeitschr. 1896, S. 4.

79. **Knalltemperatur.** — Die durch diese neuen Sprengmittel herbeigeführte Sicherheit darf jedoch nicht als eine absolute betrachtet werden. Zunächst wird allgemein anerkannt, daß man mit jedem Sprengmaterial die Schlagwetter zur Entzündung bringen kann, sobald man eine genügend große Menge verwendet. Ladungen, welche mit 200 g Gewicht keine Explosion ergeben, können dies sehr wohl bei 500 g. Allerdings kommt es in der Praxis kaum vor, daß stärkere Ladungen als 200 bis 250 g bei der Gewinnung von Steinkohle angewendet werden.

Es wird deshalb zunächst empfohlen, keine unnötig starken Ladungen und einen guten Besatz anzuwenden und alle bisher gebrauchten Vorsichtsmaßregeln beizubehalten. Besonders soll man sich vor dem Abschießen der Bohrlöcher nach wie vor von der Abwesenheit der Schlagwetter überzeugen.

Da anderseits der Grad der Sicherheit im umgekehrten Verhältnis zur Knalltemperatur steht, so wird es sich empfehlen, von zwei Arten von Sprengstoffen Gebrauch zu machen.

Die eine, deren Knalltemperatur 1900° erreichen kann, ist für Gesteinsarbeiten anzuwenden, bei denen die Gefahr weniger groß und das Bedürfnis eines kräftigen Sprengstoffes ein dringenderes ist.

Die andere Art von Sprengstoffen, deren Knalltemperatur 1500° nicht übersteigen würde, müßte ausschließlich bei Arbeiten in Kohle benutzt werden, bei denen die Gefahr größer und das Bedürfnis eines kräftigen Sprengstoffes weniger vorhanden ist<sup>1)</sup>.

Nach den von der französischen Wetterkommission aufgestellten Formeln<sup>2)</sup> ergaben sich folgende Knalltemperaturen:

Sprenggelatine	3220°
Dynamit (mit 25 % Kieselguhr)	2900°
Schießbaumwolle	2650°.

Man begreift also leicht, daß die Explosion eines dieser drei Sprengstoffe ein Schlagwettergemisch unfehlbar entzünden muß, und daß die Sprenggelatine am gefährlichsten von allen dreien ist.

Winkhaus<sup>3)</sup> gibt die Minimalmengen von Sprengstoff, welche eine Entzündung hervorrufen, in folgender Weise an:

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 270. — Ann. d. mines 1899, S. 263.  
— Vergl. auch Heise in Glückauf 1899, Nr. 34.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 1059.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1896, S. 140.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>d</i>
Gelatedynamit . .	75	2,25%	50	6,2	45	6,5
Guhrdynamit . . . .	75	-	58	6,5	30	6,8
Gesteinskarbonit . .	111	-	81	7,0	—	—
Sekurit . . . . .	50	-	150	6,4	—	—
Roburit . . . . .	152	-	154	6,1	130	5,8
Wetterdynamit . . .	200	-	68	6,3	51	6,6
Westfalit . . . . .	300	-	251	7,0	250	6,3
Dahmenit. . . . .	500	-	251	7,1	250	6,3
Progressit . . . . .	—	-	550	6,75	560	7,25

*a* = Ladung in g; *b* = Gehalt an  $CH_4$ ; *c* = Gasgehalt ohne Staub; *d* = Gasgehalt mit Staub.

80. **Die mechanische Arbeit der Sprengstoffe**<sup>1)</sup>. — Auf Grund der Untersuchungen von Roux und Sarrau<sup>2)</sup>, welche die Sprengstoffe in einem abgewogenen Wasserbade zur Explosion brachten und aus der Temperaturerhöhung des Wassers die entwickelten Kalorien berechneten, stellt sich der hieraus abgeleitete theoretische Arbeitswert der heute gebräuchlichsten drei Sprengstoffe und derjenige des Nitroglycerins für 1 kg wie folgt:

Sprengstoff	Theoret. Arbeit in mkg	Wertverhältnisse
Sprengpulver mit 62% Salpeter . . . . .	242,335	1,00 —
Dynamit mit 75% Nitroglycerin . . . . .	548,250	2,26 1,00
Gelatine mit 92% Nitroglycerin . . . . .	766,913	3,16 1,40
Nitroglycerin . . . . .	794,565	3,28 1,45

Diese theoretischen Wertverhältnisse zeigen auch eine große Übereinstimmung mit praktischen Ermittlungen, welche ein Verhältnis zwischen Pulver (62%) und Dynamit von 1 : 2,50, zwischen Dynamit und Gelatine von 1 : 1,4 ergaben.

81. **Kraftmesser für Sprengstoffe.** — Zur Ermittlung der Stärke des Grubenpulvers verwendet man entweder die Stangenprobe oder die Pistolenprobe, neuerdings auch vielfach diejenige in ausgehöhlten Bleizylindern.

1) Franz v. Ržiha in Zeitschr. d. Österr. Ingenieur- u. Architekt.-Vereins 1886, Heft I, S. 19.

2) Comptes rendus 1873, S. 138, 478; deutsch in Dinglers polyt. Journal 1873, I u. II, S. 303 u. 21.

Bei der Stangenprobe hat man einen mit Zündpfanne versehenen kleinen metallenen Mörser, auf welchen ein Stempel von bestimmtem Gewichte paßt. Der Stempel hat eine gezahnte Stange, welche ihre Führung zwischen zwei am Rande des Mörsers angebrachten Säulen findet.

Von diesen gehen nach der, mit Gradeinteilung versehenen, gezahnten Stange zwei Sperrklinken. Wird das im Mörser befindliche Pulver entzündet, so schleudert es den Stempel nebst Stange in die Höhe. Die letztere wird am höchsten Punkte durch die Sperrklinken aufgefangen, so daß man die Wurfhöhe ablesen kann.

Die Pistolenprobe wird mit einem pistolenähnlichen Laufe ausgeführt, dessen Mündung mit einer Platte geschlossen ist. Die letztere befindet sich am Rande eines durch eine Feder zurückgehaltenen Rades mit Gradeinteilung, welches entsprechend der Wirkung des Pulvers gedreht, am äußersten Punkte jedoch gleichfalls festgehalten wird.

Sowohl die Stangenprobe, als auch die Pistolenprobe leiden an dem Übelstande großer Ungenauigkeit, so daß vergleichende Versuche mit einer bestimmten Quantität derselben Pulverlieferung in Luisenthal bei Saarbrücken Resultate ergaben, deren äußerste Grenzen um rund 49% abwichen<sup>1)</sup>. Man stellte deshalb weitere Versuche mit dem Brisanzmesser von Trauzl<sup>2)</sup> (von Rottweiler in Hamburg) an. Dieser besteht aus einem gut abgedrehten Bleizylinder *B* (Fig. 198) von wenigstens 20 cm Höhe und Durchmesser, mit einer Bohrung von 10 bis 15 cm Tiefe und 2 bis 2,5 cm Weite, in welche eine genau abgewogene, mit einer Zündkapsel (für Dynamit 0,5 g Zündsatz)

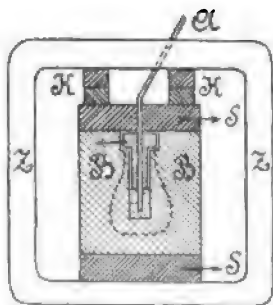


Fig. 198. Trauzls Bleizylinder.

versehene Ladung von etwa 200 g eingeführt und durch einen Lehm- und Bleipropfen geschlossen wird. Der zwischen Stahlplatten *S* eingeschlossene Bleizylinder wird durch Eisenzwinge *Z* gefaßt und durch Stahlkeile *K* festgespannt. Dieser Verschluss ist allerdings umständlicher, als der durch bloßen Besatz mit Wasser oder Sand, aber auch besser, da hierbei nur eine sehr geringe Entweichung von Explosionsgasen durch den Kanal für die Zündleitung möglich ist.

Beim Bau des Gotthardtunnels wurde von den Ausbauchproben in Bleizylindern wiederholt Gebrauch gemacht. Hierbei hatten die Zylinder 21 cm Durchmesser und 22 cm Höhe, die Bohrungen 12 bis 15 cm

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 93.

2) Dinglers polyt. Journal Bd. 250, S. 120; Bd. 246, S. 189. — Der Tunnelbau von Carl Dolezalek. Hannover 1890, S. 186.

Tiefe und 1,2 bis 1,5 cm Weite. Die Ladungen betragen 10 bis 15 g und wurden mit Zündkapsel und Zündschnur gezündet, der Besatz war nur Sand oder Wasser.

Der Hohlraum wird vor und nach dem Schusse mit Hilfe einer Bürette ausgemessen, der Unterschied ist das Maß für die Kraft des Sprengmaterials. Bei den angegebenen Maßen und bei eingelegtem Zapfen kann ein Bleirohr 50 g Pulver aufnehmen.

Der Kraftmesser von Guttman<sup>1)</sup> besteht in Bleistopfen, welche von den bei Entzündung des Sprengstoffes entwickelten Gasen mehr oder weniger in den leeren Konus an beiden Seiten eines Stahlrohres eingetrieben werden.

**82. Patronen.** — Patronen sind zylindrische Hülsen von geleimtem Papier, welche mit dem Sprengmaterial gefüllt in das Bohrloch eingebracht werden. Dynamit wird seitens der Fabrik in Patronen abgegeben und so verwendet, aber auch Pulver soll man nicht lose ins Bohrloch schütten, einmal, um es vor Feuchtigkeit zu schützen, sodann auch, um vorzeitige Explosionen zu verhüten, die durch Hängenbleiben von Pulverkörnern an der Bohrlochswand herbeigeführt werden können.

Die Patrone soll dicht sein, dünne Wandung haben, das Bohrloch völlig ausfüllen und wenig Kraft zum Zerreißen erfordern.

Beim Abschießen nasser Bohrlöcher mittels Pulver müssen wasserdichte Patronen angewendet werden, deren Papierhülle in Firniß oder in eine erwärmte Mischung von Harz oder Pech mit Öl getaucht wird. Auch verfertigt man die Hülsen aus Leinwand, welche mit einem wasserdichten Stoff getränkt ist. Als solcher empfiehlt sich eine Mischung von 8 Teilen Pech, 1 Teil Wachs und 1 Teil Talg.

**83. Die Zündarten.** — Zünder sind diejenigen Materialien bezw. Gegenstände, mittels deren die Entzündung auf die Ladung des Bohrlochs übertragen wird. Die wichtigsten Arten der Zünder sind: der Halm, das Schwedel (Raketchen), die Zündschnur und der elektrische Funke.

a. Halm und Schwedel (Raketchen). — Der Halm ist ein mit Pulver gefüllter Strohalm, welcher in die Zündspur eingeschoben und an dessen oberes Ende ein 6 bis 8 cm langer Schwefelfaden, das Schwefelmännchen, angeklebt wird.

Das Schwedel ist ein mit Pulverbrei gefülltes, etwa 6 cm langes Papierdütchen, welches mit einem durchlaufenden Kanale versehen ist. Auch an das Schwedel wird ein Schwefelmännchen geklebt, welches vor dem Einstecken des Schwedels in die Zündspur durch die Lichtflamme gezogen werden muß, um durch das Abbrennen von Pulverkörnern und

1) Dinglers polyt. Journal Bd. 260, S. 118. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 527.

Fasern eine zu frühe Entzündung des Schwedels und somit der Ladung zu verhüten. Zu demselben Zwecke soll man das Schwefelmännchen nicht mit der flackernden Lichtflamme, sondern mit einem andern Schwefelfaden anstecken, auch darauf sehen, daß das Schwefelmännchen annähernd horizontal steht.

b. Die Zündschnüre oder Sicherheitszünder, von Bickford in Cornwall im Jahre 1831 erfunden, bestehen aus einem röhrenförmigen Gewebe von Hanf oder Baumwolle, in welchem ein fortlaufender Faden von gekörntem Pulver eingeschlossen ist. Es gibt einfach geteerte Zünder für trockene Bohrlöcher, und Zünder mit einem wasserdichten Überzuge von Guttapercha für nasse Bohrlöcher.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Feuer in der Zündschnur fortpflanzt, beträgt etwa 0,60 m in der Minute.

Die Zündschnur wird bis in die Mitte der Patrone gesteckt, dieselbe sodann gefüllt und am oberen Ende zugebunden, oder mit Letten verstrichen. Beim Besetzen muß man die Zündschnur mit einer Hand straff halten, damit der Stampfer sie nicht zusammenschiebt, zerknickt und den Pulverfaden zerreißt.

Die Zünder bieten folgende Vorteile:

1) Mit dem Aufgeben der eisernen Schießnadel ist die Gefahr des Feuerreißen beseitigt, — ein Vorteil, welcher indessen auch bei Anwendung kupferner Nadeln erreicht wird.

2) Löcher von außergewöhnlich großer Tiefe können mit Sicherheit außer durch den elektrischen Funken und Reibungs-, bzw. Schlagzünder nur durch Zündschnur weggetan werden.

3) Der Zeitpunkt der Entzündung ist genauer zu bemessen als bei Halmen und Schwedeln, so daß die Aufeinanderfolge mehrerer zugleich abzuschießender Löcher sicherer geregeit werden kann.

4) Da die Zündspur verschlossen ist, so geht keine Sprengkraft verloren.

Dagegen zeigt die Zündschnur folgende Mängel:

1) Zündschnur mit zerrissenem Pulverfaden ist sehr gefährlich. Das Gewebe kann längere Zeit fortglimmen und den Pulverfaden von neuem entzünden, während man die Zündschnur für erloschen hält. Nach Erfahrungen in Schweden<sup>1)</sup> kommen auf 8000 Schüsse etwa 20 bis 30 und mehr solcher gefährlicher Versager vor, weil die Herstellung der Zündschnüre nicht immer mit der nötigen Sorgfalt geschieht.

2) Die Verbrennung der Umhüllung (Teer oder Guttapercha) verursacht einen höchst störenden Rauch, welcher die Wetter mehr verdirbt, als irgend ein Sprengmaterial.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, S. 317.

3) Das Schießen mit Zündschnur ist teurer, als mit den älteren Methoden.

Auch neu erfundene Zünder (von Ržiha und Whiteborne) haben diese Mängel nicht gänzlich beseitigt, so daß man den Gebrauch kupferner Nadeln vielfach vorzieht. Nur beim Sprengen mit allen, durch Schlag zu entzündenden Sprengstoffen ist Zündschnur weder durch Halm noch Schwedel zu ersetzen.

Das Ausbohren versagter Löcher ist verboten. Bei Anwendung der Schießnadel ist es aber noch weniger gefährlich, als bei Zündschnur, sofern man im ersteren Falle Wasser in die Zündspur gießen kann.

84. Die **elektrische Zündung**<sup>1)</sup> besteht darin, daß durch Überspringen von elektrischen Funken von einer Drahtspitze zur andern — Funkenzündung — oder durch Erglühen eines Platindrahtes — Glühzündung — oder endlich durch Erglühen eines, anstelle des Platindrahtes gebrachten leitenden Stoffes, wie Graphit oder Kohlenstaub — Spaltglühzündung — das Sprengmaterial (mittelbar) entzündet wird.

Als Erzeuger der Elektrizität benutzt man Reibungsmaschinen für Funkenzündung oder elektromagnetische, dynamoelektrische und galvanische Zündapparate, für Glüh- und Spaltglühzündung. Die bekanntesten Reibungsmaschinen sind diejenigen von Abegg, Mahler & Eschenbacher, Bornhardt, Tirmann<sup>2)</sup> u. a. Übrigens haben diese Maschinen gegenüber den elektromagnetischen den Nachteil, daß sie in feuchter Grubenluft leicht an Zuverlässigkeit verlieren.

Die elektrische Zündung wird in Schlagwettergruben wegen ihrer Sicherheit (über Vermeidung von Versagern s. u.) und auch weil sie gegenwärtig nicht wesentlich teurer ist, als der Gebrauch von Rothschen oder Norresschen Sicherheitszündern, in immer steigendem Maße angewendet.

Für die Zwecke der elektrischen Zündung muß die elektrische Energie in kalorische umgesetzt werden<sup>3)</sup>.

Ist  $W$  die in einem vom Strom durchflossenen Draht in der Zeit  $t$  entwickelte Wärme,  $i$  die Stromstärke,  $e$  die Spannung,  $w$  der Widerstand des Leiters und  $c$  eine Konstante, so ist nach dem Gesetz von Joule

$$W = ci^2wt,$$

oder unter Anwendung des Ohmschen Gesetzes:

$$i = \frac{e}{w},$$

1) Chalou, P. E., Le tirage des mines par l'électricité. Liège 1888. — Akkumulator-Minenzündung von v. Lauer in Österr. Zeitschr. 1900, Nr. 42.

2) Katechismus der Grubenwasserführung von J. Jicinsky. 1901, S. 43.

3) Heise in Glückauf, B. u. H. Wochenschrift 1899, S. 437.



$$W = \frac{ce^2}{w} t = ceit,$$

oder, wenn  $i$  in Ampère,  $w$  in Ohm und  $t$  in Sekunden gegeben ist,

$$W = 0,24 i^2 w t \text{ Grammkalorien.}$$

In der elektrischen Zündstelle soll derjenige Teil der Zündleitung, der im eigentlichen Zündsatze liegt, erwärmt werden. Für die Entzündung kommt zunächst also die spezifische Wärme dieses Leitungsteiles in Betracht. Im übrigen tritt die Entzündung ein, wenn das Produkt aus dem Quadrat der Stromstärke und dem Widerstand der Zündstelle eine gewisse Größe erreicht. Es lassen sich danach zwei Wege einschlagen. Entweder gibt man der Zündstelle einen niedrigen Widerstand und muß alsdann verhältnismäßig hohe Stromstärke verwenden (Glühzündung), oder man arbeitet mit hohem Widerstande, wobei die Stromstärke entsprechend sinken kann (Funkenzündung).

Bei einer Hin- und Rückleitung von 100 m Länge beträgt der Widerstand in einem 1 mm dicken Kupferdraht 2,1 Ohm, in gleich dickem Eisendraht 14,7 Ohm. Um nicht den Ausfall durch eine unhandlich große Stromquelle zu ersetzen, muß man für Glühzündung den teureren Kupferdraht sowohl für die Leitung, als auch für die Zünder wählen. Dagegen ist bei starkem Strome die Gefahr der Stromverluste durch ungenügende Isolation nicht besonders groß.

Glühzündung ist aus diesem Grunde und weil auch die Zünder bei der Herstellung eine besondere Sorgfalt erfordern, teuer, während bei Funkenzündung der billigere Eisendraht verwendet werden kann, denn bei dem sehr großen Widerstande, den der Funke beim Überspringen durch die Luft findet, kommt der Widerstand in der Eisenleitung nicht in Betracht. Dagegen muß diese gut isoliert sein.

Da bei Glühzündung, falls Zünder und Zündleitung vorher geprüft sind, Versager kaum vorkommen, so eignet sie sich besonders für Arbeiten im Gestein, bei welchen mehrere Schüsse gleichzeitig abgetan werden sollen (Mehrzündung), oder wenn die elektrisch gezündeten Schüsse hintereinander kommen sollen (Zeitzündung). Allerdings ist für diese Fälle auch die Funkenzündung, obgleich sie weniger zuverlässig ist, verwendbar.

Die Spaltglühzünder nehmen eine Mittelstellung zwischen Glüh- und Funkenzündern ein, und es ist bei ihnen, entsprechend dem weit größeren Widerstande, den der leitende Stoff (s. o.) dem elektrischen Strome bietet, eine Strommenge von nicht mehr als wenige Tausendteile bis etwa ein hundertstel Ampère erforderlich. Außerdem können Zünder und Leitungsdrähte aus dem billigen blanken Eisendraht hergestellt werden, weil in einigermaßen trockenen Strecken Stromverluste nicht zu fürchten sind. Die billigen Spaltglühzünder von N. Schmitt & Co. sind auch für Mehr- und Zeitzündung anwendbar, für erstere jedoch mit einem besonders bereiteten, eigenartigen Zündsatze versehen. Auch braucht man die Spreng-

kapseln erst kurz vor dem Gebrauche in die, den Zünder umgebende Papierhülse einzuschieben.

Heise<sup>1)</sup> macht auf die Wichtigkeit aufmerksam, welche die Schaltung der Sprengschüsse<sup>2)</sup> bei elektrischer Zündung hat. Sollen beispielsweise 6 Schüsse gleichzeitig abgetan werden, so können die Zünder auf dreierlei Weise an die Zündleitung angeschlossen oder geschaltet werden, nämlich durch Hintereinanderschaltung, Fig. 199 *a*, Parallelschaltung, Fig. 199 *b*, gruppenweise Parallelschaltung mit zwei, Fig. 199 *c*, und mit drei Gruppen, Fig. 199 *d*.

Im Bergbau ist fast allgemein die Hintereinanderschaltung (auch Reihen- oder Serienschaltung genannt) üblich. Sie ist einfach, für den Bergmann leicht verständlich und gibt am wenigsten zu Irrtümern Veranlassung. Andererseits ist sie jedoch, was Ausnutzung des verfügbaren Stromes betrifft, nicht in allen Fällen die günstigste.

Der in obiger Formel  $i = \frac{e}{w}$  ausgedrückte Widerstand  $w$  setzt sich aus dem inneren Widerstande  $r_i$  der Stromquelle und dem Widerstande  $r_z$  der Zünder selbst zusammen, wobei zunächst angenommen wird, daß der Leitungswiderstand wegen seiner Kleinheit vernachlässigt werden kann. Wir haben dann also, wenn nur ein Zünder an die Stromquelle angeschlossen ist,

$$i = \frac{e}{r_i + r_z}.$$

Bei mehreren, gleichzeitig zu zündenden Schüssen stellt sich die Stromstärke je nach der Schaltung verschieden. Unter der obigen Annahme, daß 6 Schüsse gleichzeitig zu zünden sind, ergeben sich folgende Formeln.

Bei der Schaltung Fig. 199 *a* wird die Stromquelle einen Strom liefern, dessen Stärke sich ausdrücken läßt:

$$1) \quad i = \frac{e}{r_i + 6r_z}.$$

Die Fig. 199 *b*, *c*, *d* ergeben der Reihe nach in den Hauptzuleitungen folgende Stromstärken:

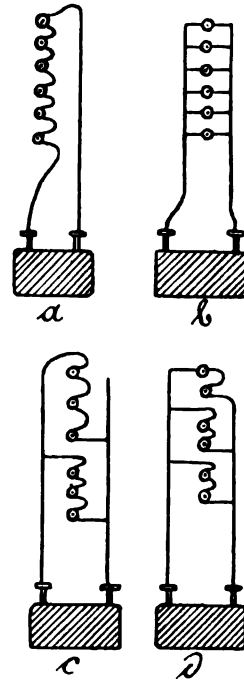


Fig. 199.

1) Glückauf. Essen 1902, S. 325.

2) Carl Dolezalek, Der Tunnelbau. Hannover 1890, S. 219.

$$2) \quad i = \frac{e}{r_i + \frac{r_z}{6}},$$

$$3) \quad i = \frac{e}{r_i + \frac{3r_z}{2}},$$

$$4) \quad i = \frac{e}{r_i + \frac{2r_z}{3}}.$$

Man bekommt also die Regel:

Ist der innere Widerstand der Stromquelle sehr groß im Verhältnis zum Widerstande der Zünder, so ist Hintereinanderschaltung vorzuziehen; ist er dagegen im Verhältnis zum Zünderwiderstande sehr klein, so ist es vorteilhaft, Parallelschaltung zu wählen.

Ist der innere Widerstand der Stromquelle weder besonders klein, noch besonders groß zum Zünderwiderstande, so kann man gruppenweise Parallelschaltung wählen.

Diese allgemeinen Regeln lassen für den Einzelfall keinen unmittelbaren Schluß zu. Vielmehr muß man für gegebene Verhältnisse die Rechnung anwenden und hierbei insbesondere auch die Spannung der Elektrizität und den Widerstand der Zündleitung berücksichtigen.

Während bei der Funkenzündung ein hoch gespannter Strom bei sehr großem innerem Widerstande erzeugt wird, also Reihenzündung am Platze und Parallelschaltung nicht anwendbar ist, weil sie für den einzelnen Zünder zu wenig Strom liefert, auch bei verschiedenen Zünderwiderständen veranlassen könnte, daß nahezu der ganze Funke auf einen einzigen Zünder, der den geringsten Widerstand hat, verbraucht wird, muß man bei der Spaltglühzündung in den meisten Fällen der Praxis Parallelschaltung anwenden. In diesem Falle kommt neben der geringeren Stromstärke, welche auf das einzelne Bohrloch entfällt, der Umstand in Betracht, daß Spaltglühzünder sehr schwer mit gleichen Widerständen herzustellen sind. Es würden bei Reihenschaltung die Zünder mit hohen Widerständen zuerst kommen, den Stromkreis unterbrechen und ein Versagen der übrigen Schüsse veranlassen. Bei der Parallelschaltung dagegen erhalten die Zünder mit niedrigen Widerständen von vornherein mehr Strom, als diejenigen mit hohen Widerständen. Die Schüsse kommen dabei vielleicht nicht völlig gleichzeitig, bleiben aber auch nicht völlig aus.

Bei der Glühzündung endlich kann die Gleichmäßigkeit der Zünderwiderstände so weit getrieben werden, daß von vornherein alle Arten der Schaltung möglich erscheinen.

1) Die Zündmaschine von Abbeg ist eine Elektrisiermaschine mit einer Scheibe von Hartgummi, drei Reibzeugen von Pelzwerk und einem Gummikondensator. Der ganze Apparat befindet sich in einem Holzkasten,

aus welchem zwei zum Einhängen der Leitungsdrähte bestimmte, mit dem Kondensator, bezw. mit den Reibzeugen in Verbindung stehende Ringe hervorragten. Die Maschine wird in der Nähe des Arbeitspunktes an einem vor den Wirkungen des Schusses sicheren Punkte aufgestellt.

2) Die Zündmaschine von Mahler & Eschenbacher in Wien ist ebenfalls ein elektrischer Reibungs-Scheibenapparat, bestehend aus Hartgummischeiben *S* (Fig. 200 und 201), welche durch Drehung zwischen

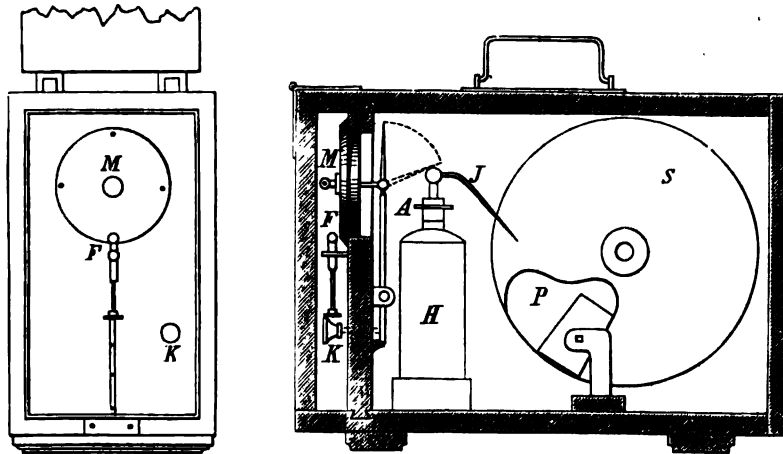


Fig. 200 u. 201. Zündmaschine von Mahler und Eschenbacher.

zwei Pelzkissen *P* gerieben werden. Die hierdurch erzeugten Elektrizitäten werden einerseits durch die Saugspitze *J* von der inneren Belegung der Leydener Flasche *H*, anderseits von der äußeren Belegung dieser Flasche aufgenommen, letztere steht in metallischer Verbindung mit dem Funkenzieher *F*. Zur Entladung der Flasche dient der Auslader *A*, welcher durch einen Druck auf den Knopf *K* die Verbindung mit dem Knopfe *M* herstellt.

Diese Maschine hat sich auf den Werken der königlichen Berginspektion zu Clausthal sehr gut bewährt, indem man bei mehrmonatlichem Gebrauche jedesmal ca. 22 Schüsse (beim Schachtabteufen) gleichzeitig wegtun konnte. Versager kamen nur ganz ausnahmsweise vor und lagen an mangelhafter Beschaffenheit der Bandzündker.

3) Die Zündmaschine von Bornhardt<sup>1)</sup> in Braunschweig befindet sich in einem luftdicht verschlossenen Kasten aus Zinkblech, in welchem

1) Rkhiha, Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1876. (Weltausstellungsbericht von Wien.) S. 223 u. 224. Ausstellungsbericht, Gruppe XVI, Sektion 3, Sprengtechnik von J. Lauer. — Dingers polyt. Journ. Bd. 168, S. 342; Bd. 224, Oktober 1874, Heft 1. — Elektrotechnische Zeitschr. 1880, Oktoberheft.

außerdem noch geglühte Holzkohle angebracht ist, um jeden Einfluß der Feuchtigkeit aufzuheben.

In Fig. 202 und 203 hat eine Scheibe von Hartgummi eine eiserne Achse  $c$ , welche außerhalb des Kastens ein Getriebe trägt. Dasselbe wird durch ein Zahnrad von viermal so großem Umfange mittels einer Kurbel in schnelle Rotation versetzt. Die Drehung der Kurbel kann in beliebiger Richtung geschehen, es ist bei dem praktischen Gebrauche der Maschine sogar vorteilhaft, abwechselnd rechts und links herumzudrehen, weil dadurch ein Absetzen von kleinen Teilen der Scheibe auf dem Reibzeuge in vermindertem Maße stattfindet und die Wirkung der Maschine

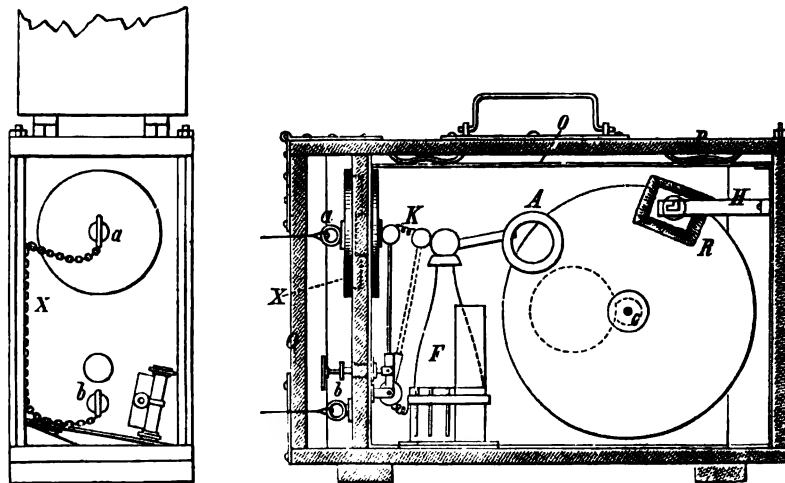


Fig. 202 u. 203. Bornhardt'sche Zündmaschine.

längere Zeit konstant bleibt. Das Reibzeug  $R$  besteht aus einem kleinen Stücke Pelzwerk, das durch eine schwache Doppelfeder  $H$  beiderseits an die Scheibe angedrückt wird. Die Saugringe  $A$  saugen die erzeugte Elektrizität auf und laden dadurch den Flaschenkondensator  $F$ . Dieser steht in einem Futter, welches sich am Boden des Kastens befindet, und trägt an der rechten Seite einen dünnen Hartgummimantel, der dazu dient, ein Ausstrahlen der Elektrizität von der Scheibe zur äußeren Belegung zu verhüten. Zur Entladung des Flaschenkondensators dient der Entlader  $K$ , welcher durch Druck auf einen an der Seite (über  $b$ ) befindlichen Knopf mit demjenigen der Flasche in Berührung tritt, dabei die in der Fig. 203 punktierte Lage annimmt und durch eine Spiralfeder mit der Öse  $a$  in Verbindung bleibt. Die Öse  $b$  steht mit der äußeren Belegung der Flasche in leitender Verbindung. Zur leichteren Prüfung des normalen Zustandes der Maschine ist bei  $X$  eine Funkenskala von 15 Metall-

knöpfchen angebracht, die durch Ketten mit den Ösen *a* und *b* verbunden werden kann. Überspringt der durch etwa 15 bis 20 Umdrehungen erzeugte Funken die Unterbrechungen dieser Skala lebhaft, wenn man die Flasche durch einen Druck auf den Knopf über *b* entladet, so ist die Maschine in gutem Zustande. Der Zinkblechkasten wird oben durch einen Rahmen *O* geschlossen, der aus einer das Ausstrahlen der Elektrizität von der Gummischeibe aus verhindernden Hartgummiplatte besteht, und in einen Zinkrahmen eingefügt ist. An der unteren Seite trägt derselbe Gummibandagen. Durch Aufschrauben des an der unteren Seite mit starken Federn versehenen Holzdeckels *P* wird der Hartgummi- deckel fest aufgedrückt und so ein luftdichter Verschuß erzielt. Der Holzkasten ist zum bequemen Transport mit Handgriff versehen. Die eigentliche Maschine ist dem Arbeiter unzugänglich, nur an die zum Anhängen der Drähte dienenden Ösen *a* und *b* kann er durch Öffnen der Klappe *Q* gelangen. In der hinter dieser befindlichen Abteilung wird auch die Kurbel zum Drehen der Scheibe aufbewahrt.

Außer Maschinen mit einer Scheibe liefert Bornhardt auch Maschinen mit 2 Scheiben und 2 Leydener Flaschen. Diese stehen unter sich in Verbindung, die ganze übrige Einrichtung entspricht derjenigen der einschleibigen Maschine. — Die kleine Maschine ist 50 cm lang, 18,5 cm breit, 34 cm hoch, ihr Gewicht beträgt 12 kg, die durchschnittliche Funkenlänge bei 20 Kurbelumdrehungen 45 bis 50 mm. Die große Maschine hat 54,5 cm Länge, 27 cm Breite, 40 cm Höhe, 19 kg Gewicht und gibt bei etwa 22 Umdrehungen der Kurbel 70 bis 90 mm lange Funken.

Die Bornhardtschen Maschinen, besonders die doppelten, haben sich gleichfalls vorzüglich bewährt und werden zum Anzünden einer größeren Anzahl von Bohrlöchern denjenigen von Mahler & Eschenbacher vorgezogen.

4) Die Zündmaschine von Karl Stark in Kahl a. M., im wesentlichen so eingerichtet wie die Bornhardtsche, ist erheblich billiger als diese, hat sich aber in feuchter Grubenluft in Lautenthal nicht, in oberirdischen Steinbrüchen dagegen gut bewährt.

85. **Die Leitungsdrähte.** — Die Leitung beginnt an der Maschine mit dem positiven und dem negativen Hauptleitungsdrahte, welche bis dicht vor den Arbeitspunkt gehen und aus Eisen- oder Kupferdraht mit Gutta-perchaüberzug, billiger aber und mit ausreichender Zuverlässigkeit mit geteilter Umspinnung hergestellt sind. Bei 250 m Länge haben sie 2 mm Dicke und ein Gewicht von 56 g pro Meter, bis 300 m Länge eine Dicke von 2,5 mm und ein Gewicht von 70 g pro Meter. In trockenen Räumen genügt verzinkter Eisendraht.

Diese Hauptleiter werden in Strecken von 100 zu 100 m an Holz aufgehängt, bei Schachtabteufen sind sie auf Holzrollen gewickelt und rollt man davon nach Bedarf ab.

Den einen der beiden Leitungsdrähte kann man unter Umständen fortlassen und die Rückleitung, wie bei der Telegraphie, durch die Erde bewirken.

86. **Der Zünder** besteht aus einem kleinen Zylinder *a* (Fig. 204), aus isolierendem Kitt, welcher die beiden untersten Enden zweier Kupferdrähte *b* hält. Unter dem Kitt befindet sich eine kleine Papierpatrone *m*, welche mit einer explosiblen Substanz gefüllt ist. In dieser endigen die Kupferdrähte, deren Spitzen  $\frac{1}{4}$  mm voneinander entfernt sind.

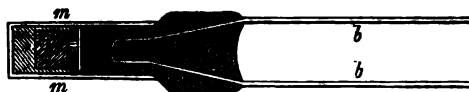


Fig. 204. Elektrischer Zünder.

Auf dem Boden der Patrone befindet sich ein mit Knallquecksilber gefülltes Hütchen *k* von verschiedener Größe, die Sprengkapsel, auf welches die Explosion nach dem Überspringen des Funkens durch die explosive Masse übertragen wird. Das Ganze ist mit Pech überzogen.

Die Drähte *bb* sind entweder auf zwei einander entgegengesetzten Seiten eines Holzstabes befestigt — Stabzünder —, oder die Isolierung der Drähte wird durch geteerte Papierstreifen bewirkt — Bandzünder. Beide haben eine Länge von 0,40 bis 0,50 m und werden beim Besetzen ganz wie Zündschnur behandelt.

Außer diesen Zündern liefert Bornhardt noch eine andere Art für Dynamit und nasse Bohrlöcher. Sie bestehen aus etwa 25 mm langen Zündhütchen, welche auf ein Viertel ihrer Höhe mit Knallquecksilber gefüllt sind; in den übrig bleibenden Raum wird ein besonderer, sehr leicht explodierender Zündsatz eingefüllt, in welchen die Zündungsdrähte (Kupferdraht mit Guttapercha überzogen) hineinragen. Oben ist das Zündhütchen dicht verschlossen.

Bornhardt empfiehlt, auf die vorsichtig eingebrachten Dynamitpatronen zunächst losen Sand oder Erde zu schütten und dann erst den festen Besatz folgen zu lassen.

Sind die abzuschießenden Bohrlöcher besetzt, so verbindet man den einen Zünderdraht des ersten Bohrloches mit dem einen Hauptleitungsdrahte, den zweiten Zünderdraht desselben Bohrloches mit dem einen des zweiten, den andern Zünderdraht des letzteren mit einem derjenigen des dritten Bohrloches u. s. w.; endlich den schließlich übrig bleibenden Zünderdraht des letzten Bohrloches mit dem zweiten Hauptleitungsdrahte. Alle diese Verbindungen werden durch dünnen Eisendraht hergestellt und zwar in der Art, daß man die blank geputzten Enden aneinander flechtet und die Spitzen umbiegt.

Benutzt man das Gestein als Rückleitung, dann wird der vom letzten Zünderdrahte abgehende Verbindungsdraht, ebenso wie die zweite, mit der äußeren Belegung der Leydener Flasche in leitender Verbindung stehende Öse an der Maschine mit dem Gestein in Berührung gebracht.

Das Wegtun der Schüsse erfolgt sodann in der Art, daß man die Hauptleitungsdrähte durch Einhängen in die betreffenden Ösen mit den Konduktoren der Maschine in Verbindung bringt, mit der Kurbel der letzteren die bei jeder Maschine vorgeschriebene Anzahl Umdrehungen macht und endlich durch Drücken auf den dazu bestimmten Knopf den Strom schließt.

Die weiter oben erwähnten Zeitzünder sind Glühzünder, bei denen zwischen dem Zündsatz und der Sprengkapsel eine Säule langsam brennendes Pulver, oder auch ein Stückchen Zündschnur eingeschaltet ist. Je nach der Länge der Pulversäule und der Art des Pulvers kann die Explosion der Sprengkapsel und somit des Schusses um 2 bis 5 Sekunden verzögert werden.

**87. Vorteile der elektrischen Zündung.** — Die elektrische Zündung ist die einzige, welche das gleichzeitige Wegtun mehrerer Bohrlöcher mit Sicherheit ermöglicht. Man erreicht dadurch den Vorteil, daß man dem vereinigten Widerstande der Geschicke auch die vereinigte Kraft sämtlicher Bohrlöcher entgegensetzen kann, wobei aber wohl zu berücksichtigen ist, daß sich die Kräfte mehrerer Bohrlöcher unter Umständen auch gegenseitig aufheben können.

Aus diesem Grunde ist es z. B. unter allen Umständen zu empfehlen, die Einbruchslöcher erst für sich allein zu schießen und dann erst die andern nachfolgen zu lassen.

Auf den Ramsbecker Gruben<sup>1)</sup> hat man neuerdings die durch maschinelle Bohrarbeit hergestellten 10 Bohrlöcher einer Schicht nicht mehr, wie früher, in zwei Folgen, sondern, wie bei Handarbeit, einzeln weggetan und die Wirkung der Schüsse dadurch wesentlich erhöht.

Als weiterer Vorteil ist noch zu erwähnen, daß bei elektrischer Zündung keine Unglücksfälle beim Anzünden und durch Verspätung der Schüsse vorkommen können.

**88. Anzünden der Bohrlöcher in Schlagwettergruben<sup>2)</sup>.** — Die Gefahren beim Anzünden der Bohrlöcher hat man dadurch zu verringern gesucht, daß man den Gebrauch von Schwefelmännchen und allen Zündungsmitteln, welche mit offener Flamme brennen, verboten hat. Man steckt auf den Halm oder auf die Zündschnur ein Stück Schwamm, welches seinerseits durch ein mit Stahl und Stein zum Glühen gebrachtes

1) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 32, S. 274.

2) Martins Zündung für Sprengschüsse in Schlagwettergruben. B.- u. H.-Zeitg. 1888, S. 88. — Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35, S. 356; 1889 Bd. 37, S. 98; 1890 Bd. 38, S. 145. — Österr. Zeitschr. 1889, Nr. 5—7; 1890, Nr. 12, S. 137.



Schwammstückchen entzündet wird. Allerdings sollen auch glühende Stahlfunken nicht ganz ungefährlich sein<sup>1)</sup>, indem sie ein Gemenge von Leuchtgas und Luft nach den Versuchen von de Villaine und Griet entzündeten.

Außerdem hat sich die heiße Stichflamme, welche nach erfolgter Zündung sowohl dem Halm, als auch der Zündschnur entfährt, als sehr gefährlich erwiesen. Versuche, diese Stichflamme durch Umgeben mit einem Drahtnetze unschädlich zu machen, haben keine praktische Bedeutung. Auch der Sicherheitszünder von Roth<sup>2)</sup> und ähnliche (Bickford), bestehend in einer auf die Zündschnur zu setzenden Hülse, in welcher eine Zündmasse und hinter welcher ein zur Löschung der Stichflamme bestimmtes Salz liegt, haben sich in Neunkirchen nicht bewährt. Es kam häufig vor, daß die Zündschnüre an der Stelle, wo die Zündung angebracht ist, aufplatzten und die Stichflamme durchschlagen ließen<sup>3)</sup>.

Dagegen schlägt Lohmann<sup>4)</sup> vor, Zündhalm oder Zündschnur mit irgend einem Stoffe, z. B. Diazobenzosulfosäure, zu füllen, welcher vom brennenden Schwamm zwar zu einer, durch seine ganze Masse sich fortpflanzenden chemischen Zersetzung gebracht wird und durch diese schließlich das Sprengmittel zur Explosion bringt, ohne jedoch außerhalb des Bohrloches eine Feuererscheinung oder ein Glimmen zu bewirken.

Direktor Meyer in Herne macht die hohe Temperatur der Sprenggase dadurch unschädlich, daß er nach dem Anzünden der Bohrlöcher durch Öffnen eines Hahnes in der Wasserleitung eine dichte Wasserscheibe vor Ort bildet und außerdem eine gegen den Arbeitsstoß gerichtete Brause auftreten läßt.

Der dazu gebrauchte, von der Armaturenfabrik »Westfalia« in Gelsenkirchen angefertigte Apparat, Fig. 205, besteht aus dem Körper *a*, welcher an einem Ende mit Gewinde versehen ist. Auf diesem sind ein

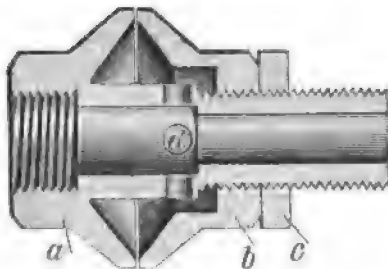


Fig. 205. Meyers Wasserscheibe.

Teller *b* und eine Gegenmutter *c* verstellbar angebracht. Das links befindliche Innengewinde wird mit der Wasserleitung verbunden und auf das rechte Außengewinde eine Streudrüse aufgeschraubt. Nach Öffnen der Absperrvorrichtung, welche mit dem Schlauche oder der Rohrleitung in Verbin-

1) Dr. Ad. Gurlt in Berggeist 1880, Nr. 99.

2) D. R. P. Nr. 43117. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 201. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 444.

3) Lohmann in Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 200. — Glückauf. Essen 1896, Nr. 21.

4) A. a. O. S. 200.

dung steht, dringt das Wasser durch die Öffnungen *d* in den durch die feste Scheibe des Körpers *a* und die verstellbaren Teller *b* gebildeten Hohlraum und entweicht durch den Schlitz in Gestalt einer vollständigen Wasserscheibe, welche die ganze Strecke absperrt, während zugleich durch den Strahlrohrkopf ein Wasserstrahl direkt vor Ort geht.

Bei der elektrischen Zündung<sup>1)</sup> spielten bisher die Versager eine gewisse Rolle, deren Prozentsatz auf den einzelnen Gruben sehr verschieden ist. In Westfalen schwankt derselbe zwischen 0 und 20 und beträgt im Durchschnitt 2,73. Im Midlanddistrikt in England sollen bei Funkenzündung 1,047%, bei Glühzündung 0,601% der Zünder versagt haben, auf der Grube Reden im Saarrevier bei Spaltglühzündern 0,4 bis 1%. Dagegen haben einzelne Zechen in Westfalen überhaupt keine Versager aufzuweisen, so auch die Zeche Shamrock<sup>2)</sup> bei einem Verbräuche von 100259 Zündern in rund einem Jahre. Dieses Resultat ist dadurch erreicht worden, daß man durch systematisch durchgeführte Versuche die Bedingungen feststellte, welche eine Zündanlage erfüllen muß und sich die so gewonnenen Erfahrungen zu Nutze machte. Man entschloß sich zunächst, blanke — verzinkte eiserne — Leitungen zu verwenden, weil einerseits bei isolierten Leitungen die Isolierung über kurz oder lang zerstört wird und auf diese Weise Versager auftreten, und weil andererseits bei gebrochenem Draht die Isolierung den Bruch verdeckt. Die Auffindung der Kurzschlußstellen ist oft sehr zeitraubend. Bei blanken Leitungen hat man nur darauf zu achten, daß dieselben zweckmäßig geführt werden und daß keine Kurzschlüsse durch metallische Fremdkörper entstehen. Darauf ermittelte man durch Versuche, bei welcher Art der Aufhängung in der Strecke der geringste Stromverlust durch Nebenschlüsse zu erreichen sei. Am ungünstigsten erwies sich, wie vorausszusehen, die Aufhängung an der Sohle, am günstigsten die Aufhängung an verschiedenen Hölzern und in größtmöglicher Entfernung voneinander. In der ungünstigsten Lage betrug der Widerstand zwischen beiden Drähten der Leitung nur 70 Ohm, in der günstigsten Lage 3300 Ohm unter sonst gleichen Verhältnissen. Bei einem Nebenschluß wie dem erstgenannten kann selbstverständlich mit Funkenzündung und blanker Leitung überhaupt nicht mehr gearbeitet werden. Aus diesen Feststellungen ergab sich, daß der Zünder mit Rücksicht auf den tatsächlich gefundenen Nebenschluß selbst nicht mehr als 70 Ohm Widerstand bieten durfte, wenn er wenigstens die Hälfte der aufgewendeten Strommenge für sich erhalten sollte. Die Firma Schmitt & Co. in Küppersteg stellte darauf einen Zünder für Einzelzündung — Spezialglühzünder Sirius — her, dessen Widerstand 20 bis 50 Ohm betrug, der solide und widerstandsfähig konstruiert,

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, Bd. 35, S. 1270.

2) Meyer, Vortrag auf dem VIII. Allg. Bergmannstage. Dortmund 1901. — Glückauf. Essen 1901, S. 841.

verhältnismäßig billig war und ohne Knallkapsel geliefert wurde. Der Zünder besteht aus zwei Metallblättchen, zwischen welchen eine Kartonschicht liegt. Die Blättchen werden mit dem einen Ende in einen der Einwirkung des elektrischen Stromes gegenüber äußerst empfindlichen Zündsatz getaucht; an dem andern Ende werden die mit asphaltierter doppelter Baumwollumspinnung isolierten Zünderdrähte angelötet, welche eine Stärke von 0,7 mm haben. Das Ganze wird dann unter Einbettung in eine Schwefelgußmasse in eine paraffinierte Papp- oder Metallhülse eingeführt, daß die äußerste Spitze des Zündkopfes eben aus dem umgebenden Guß hervorsticht und so gegen die einzusetzende Knallquecksilberkapsel gerichtet ist. Die Fabrik gewährleistet das Losgehen der Zünder für den Fall, daß der Widerstand in der Leitung 10 Ohm nicht übersteigt und daß derjenige des Nebenschlusses nicht unter 50 Ohm herabsinkt. Die Zünder werden von der Zeche nur abgenommen, wenn bei Anschaltung an ein Galvanoskop ein Minimalwiderstand nicht überschritten wird.

Die Stromquelle besteht aus 6 Hellesen-Trockenelementen kleinster Type, System Meyer, deren 3 nebeneinander liegen, die andern darüber. Die Spannung beträgt 8 bis 9 Volt. Die Betätigung der Maschine ist nur mittels eines besonders konstruierten Schlüssels möglich, so daß Sicherheit gegen unberufenes Ingangsetzen gegeben ist. Das Ganze ist in einem Zinkblechkasten untergebracht, der 174 mm hoch, 103 mm lang, 37 mm breit, 1,05 kg schwer ist und vom Schießmeister an einem über die Schulter gelegten Riemen getragen wird. Auch den Schlüssel führt der Schießmeister an einer Schnur bei sich. Die Kosten einer Batterie betragen nur 22 *M.*, die Abnutzung derselben ist gering im Gegensatze zu den ungünstigen Erfahrungen, die mit den Drehmechanismen und den Akkumulatoren gemacht sind. Durch Versuche wurde festgestellt, daß das Trockenelement noch bei einem Nebenschluß wirksam ist, der die, bei den andern untersuchten Stromquellen zulässigen Nebenschlüsse an Leitfähigkeit zum Teil erheblich übertrifft. Im Gegensatze zu dem Verhalten der andern Stromquellen wurde ferner die Gefährlosigkeit der Öffnungsfunken bei dem Trockenelement festgestellt, welche ein explosives Schlagwettergemisch nicht zu entzünden vermögen. Für die Massenzündung ist die Maschine zu verwenden, wenn die Zahl der Elemente vermehrt wird. Eine Massenzeitzündung wird ermöglicht durch die Fähigkeit des Zünders, ein in denselben hineingestecktes Stück Zündschnur mit Sicherheit zu entzünden. Die Zünder werden in Reihen geschaltet und mit einer aus 36 Stück hintereinander geschalteten Hellesenelementen bestehenden Batterie entzündet; die Spannung beträgt 50 Volt. Bei der Zeitzündung erhalten die Zündschnüre verschiedene Länge. Die Leitung wird für den Einzelschuß 2 mm stark genommen, für die Massenzündung nimmt man 4 solcher zu einer Litze geflochtener Drähte. Die starken Leitungen sind erforderlich, da bei der geringen Spannung die

Strommenge relativ bedeutend sein muß. Diese Drähte haben auch den Vorzug, daß sie länger halten und besser in der Grube gesehen werden als dünnere Drähte.

Alle Zünder werden über Tage mit dem Galvanoskop geprüft; die Batterien werden wöchentlich einmal auf ihre Leistungsfähigkeit — Spannung und Strommenge — gemessen. Ein elektrischer Einzelschuß kostet 13,3  $\mathcal{R}$ , ist also nicht wesentlich teurer als bei den übrigen Sicherheitszündungen. Die Ausführungen beweisen, daß eine systematisch und nach allen Richtungen hin einheitlich durchgebildete Entwicklung des elektrischen Schießsystems die wesentlichsten Nachteile desselben zu beseitigen vermocht hat.

Außer den in Herne verwendeten Trockenelementen sind lediglich kleine magnet-elektrische Maschinen<sup>1)</sup> in Gebrauch. Reibungsmaschinen kommen nicht in Betracht, weil sie im Augenblicke ihrer Anwendung für Schlagwettergruben gefährliche Funken geben.

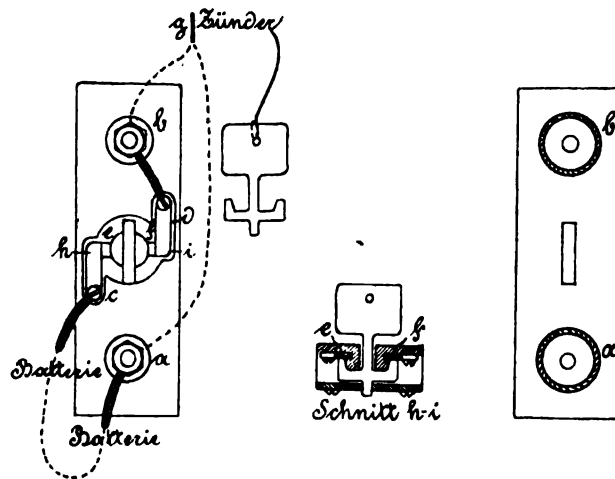


Fig. 206, 207, 208.

Um eine Messung der der Zündung tatsächlich zu gute kommenden Stromstärke zu ermöglichen, wurde ein Sicherheitskontakt konstruiert, welcher in den Fig. 206, 207, 208 dargestellt ist. Fig. 206 zeigt die Innenseite, Fig. 208 die Außenseite der Kontaktvorrichtung. Zwischen den Punkten *a* und *c* ist die beschriebene Batterie eingeschaltet. Die Schlußleitungen werden an der Außenseite (Fig. 208) angeschlossen. Alles

1) Magnetelektrischer Zündapparat für die Sprengtechnik von Alois Zettler. München, Zweibrückenstr. 3. Preis 80  $\mathcal{M}$ . — Vergl. auch Le Génie civil. 1877, Tome XI, S. 381. — Glückauf 1899, S. 437.

ist befestigt an einer in Fig. 207 unten im Schnitt *h—i* dargestellten Hartgummiplatte, welche mit einem rechteckigen Schlitz zur Einführung des in Fig. 207 oben allein sichtbaren Kontaktschlüssels versehen ist. Wird der Schlüssel nach der Einführung um  $90^\circ$  gedreht, so gleiten die widerhakenartigen Vorsprünge des Schlüsselbartes um die zwischen *e* und *f* befindlichen Hartgummiräder zu den mit den letztgenannten Buchstaben bezeichneten Reibungskontakten. Auf dem metallisch verbundenen Wege *c, e, f, d, b, g, a* ist dann der Zünder eingeschaltet. Nach dem Schusse, welcher die Unterbrechung des Stromkreises herbeiführt, wird der Schlüssel sofort wieder aus dem Schlitz entfernt<sup>1)</sup>.

In der Anfertigung der magnet-elektrischen Maschinen hat man große Fortschritte gemacht. Sie sind einfacher, leichter und zuverlässiger geworden. Man ist dazu übergegangen, durch systematische Versuche die Stromverhältnisse der Maschinen den Widerstandsverhältnissen der Zünder anzupassen.

Diese Maschinen werden von der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft zu Köln (Fabrik in Troisdorf) und von der Firma N. Schmitt & Co. in Küppersteg geliefert.

Die Troisdorfer Maschinen für Einzelzündung wiegen 2 kg und messen 150 : 170 : 95 mm<sup>2)</sup>. Für Mehr- und Zeitzündung werden 3 verschiedene Maschinen geliefert und zwar für 6, 15 und 50 Schüsse. Sie wirken elektro-dynamisch unter Zuhilfenahme des Extrastromes. Der Antrieb geschieht bei den Maschinen für 6 und 15 Schüsse mit der Kurbel, bei der für 50 Schüsse mittels einer Zahnstange, die nach oben gerissen wird, während man mit den Füßen auf den vorspringenden unteren Rand der Maschine tritt. Während der ersten halben Umdrehung ist der innere Stromkreis geschlossen. Wenn die Kurbel unten oder die Zahnstange oben angelangt, also eine gewisse Drehgeschwindigkeit erreicht ist, wird der innere Stromkreis dadurch unterbrochen, daß eine Feder, die so lange auf einer, auf der Achse befestigten Scheibe schleift und den Strom führt, vor einen sektorähnlichen Ausschnitt der Scheibe zu liegen kommt und so stromlos wird. Nun fließt der durch den Extrastrom verstärkte Strom durch den äußeren Stromkreis und bringt die Zündung zuwege.

Um bei der Mehrzündung mit Spaltglühzündern Versager vermeiden zu können, muß eine Zündmaschine gebraucht werden, bei der die Stromstärke nicht unmittelbar von der Drehgeschwindigkeit und der Geschicklichkeit des Arbeiters abhängt und welche im Augenblicke der Zündung einen genügend starken Strom liefert, um alle Schüsse gleichzeitig zur Entzündung zu bringen, denn andernfalls gehen die Zünder mit dem größten Widerstande zuerst los und unterbrechen den Stromkreis. Die

1) A. Meyer, Bericht über den VIII. Allgem. Bergmannstag in Dortmund. 1901, S. 142.

2) Glückauf, B.- u. H.-Wochenschr. 1896, Nr. 51; 1897, Nr. 9; 1899, Nr. 21.

Firma liefert deshalb für die Zwecke der Mehrzündung Maschinen, die mit einem augenblicklich einsetzenden und verschwindenden Extrastrome arbeiten, an die Geschicklichkeit der Arbeiter keine Ansprüche stellen und sich in der Gelsenkirchener Versuchsstrecke bewährt haben. Die Maschine für Kurbelantrieb besitzt die Maße 13 : 12 : 8 cm und wiegt 1,8 bis 2 kg; eine andere Konstruktion mit Zahnstangenbetrieb mißt 11 : 11 : 7 cm und wiegt 1,4 bis 1,5 kg. Als besondere Neuheit liefern Schmitt & Co. für Einzelzündung noch die Taschenzündmaschine »Gnom« von 15 : 9 : 2,8 cm Größe und 870 g Gewicht. Mit einem Handgriff zieht man einen Hufeisenmagneten in zwei hohle, mit Drahtwicklung versehene Polschuhe und spannt dabei eine Spiralfeder.

Die Maschinen für Mehrzündung sind ganz ähnlich, nur entsprechend größer gebaut und enthalten 2 Magnete für 3 bis 5 Schüsse und 6 Magnete für 12 bis 15 Schüsse. Bei der letzteren werden nicht die Magnete in die Polschuhe gezogen, sondern diese über jene geschoben; die kleinere Maschine mißt 15 : 9 : 2,2 cm und wiegt 1,2 kg, die größere mißt 23 : 15 : 12,5 cm und wiegt 5,5 kg.

Nach A. B.

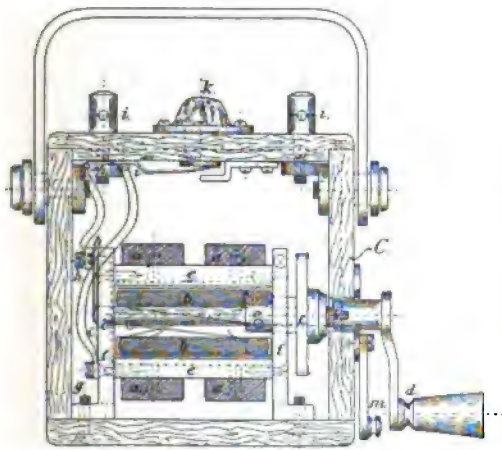


Fig. 209.

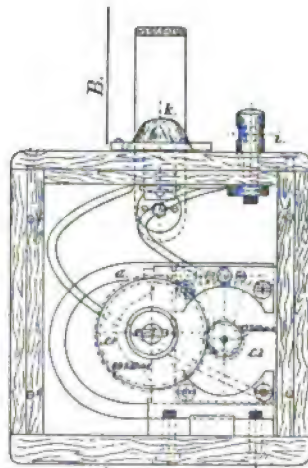


Fig. 210.

Die Zündmaschine der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft Cöln in Troisdorf besteht aus den Hufeisenmagneten *a*, Fig. 209, 210, dem Induktor *b*, dem Triebwerke *c* mit der Kurbel *d*.

Die 2 Hufeisenmagnete *a* sind über die Polschuhe *e* geschoben. Letztere sind an den Kopfenden durch je eine Messingplatte *f* miteinander verbunden. Die in *f* lagernde Achse *c*<sup>1</sup> dient zur Aufnahme des Induk-

tors. Dieser hat die Form I (im Querschnitt) und ist in der Richtung seiner Achse mit feinem umsponnenen Kupferdraht umwickelt. Dieser Kupferdraht ist mit der Achse und der Messingplatte *f* leitend verbunden. Von *g* und *h* gehen Verbindungen zu den Kontakten *i*. Durch den Druckknopf *k* kann der Kurzschluß aufgehoben werden. Das Triebwerk besteht aus der Achse *c*<sup>1</sup> mit dem kleinen Zahnrad *c*<sup>2</sup> und dem großen Zahnrad *c*<sup>3</sup> mit Zapfen *l* zur Aufnahme der Kurbel *d*. Die Maschine ist zu ihrem Schutze in einem Holzkästchen untergebracht. Um ein Eindringen von Kohlenstaub etc. zu verhüten, ist der Druckknopf *k* mit Gummi überzogen und die Öffnung für den Kurbelzapfen mit einer beweglichen Verschlussscheibe versehen. Die Zündmaschine wiegt 2 kg.

Gebrauch. Zum Schießen wird die Leitung an den Kontaktknopfen befestigt, die Kurbel auf den Zapfen gesteckt und bei gleichzeitigem Drücken auf den Knopf *k* die Kurbel einige Male schnell umgedreht. Nachdem der Schuß abgetan, wird die Kurbel sofort abgenommen und die Verschlussscheibe vorgelegt. Die Maschine ist möglichst vor starken Erschütterungen zu bewahren, weil hierunter die Magnete leiden.

Zur besseren Erhaltung des Triebwerkes empfiehlt es sich, die Kurbel nicht immer in derselben Richtung zu drehen.

Im Ostrau-Karwiner Reviere hatte sich anfangs der Reibungszünder von J. Lauer<sup>1)</sup> gut bewährt<sup>2)</sup>. Es zeigte sich jedoch bald, daß diese Zünder viele Unglücksfälle verursachten, welche teils durch unvorsichtige Handhabung beim Transport oder beim Besetzen, teils durch häufig vorkommende Versager veranlaßt wurden. Man ging deshalb vielfach wieder zur Zündschnur oder zur elektrischen Zündung über<sup>3)</sup>. Indessen sollen Verbesserungen beim Lauerschen Reibungszünder diese Übelstände wieder beseitigt haben, besonders seitdem man das Wegtun der Bohrlöcher durch geschulte Schießmeister besorgen läßt<sup>4)</sup>.

Der Tirmannsche Schlagzünder<sup>5)</sup> ist, weil er zu viel Versager ergab, in einen Perkussionszünder (siehe Fig. 211) abgeändert. Er besteht aus einer Metallhülse, an deren Boden sich die Sprengkapsel mit Knallsatz befindet. Die mit einem Deckel verschlossene Metallhülse enthält eine Spiralfeder. Durch diese geht ein Zugdraht (weicher verzinkter Eisendraht), dessen unteres Ende durch einfaches Umbiegen in das stumpfe Ende eines Stiftes eingehakt ist.

Nach dem Besetzen des Bohrloches, bei welchem Metallhülse und

1) Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 11, S. 48.

2) Ebenda 1889, S. 1197.

3) Ebenda 1894, S. 384.

4) Österr. Zeitschr. 1895, S. 696.

5) Patent Franz u. Hans Tirmann in Wien. — Österr. Zeitschr. 1889, S. 250. — Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 199. — Schlagzünder von W. Hanne; Schleuderzünder von Scola u. Ruggieri haben sich in Ostrau nicht bewährt. Österr. Zeitschr. 1888, Nr. 9.

Sprengkapsel wie gewöhnlich mit der Schlagpatrone eingeführt werden, verbindet man den oben erwähnten Zugdraht mit der Abziehschnur. Beim Anziehen derselben wird die Spiralfeder gespannt, bis der Haken des Zugdrahtes gerade gebogen ist, so daß nunmehr der frei gewordene spitze Stift, wie beim Zündnadelgewehr, durch die Spiralfeder in den Knallsatz der Sprengkapsel geschleudert wird und damit die Explosion bewirkt. Der Zug dreht sich dabei über dem Verschußdeckel rechtwinklig um und wird außerdem noch von einem Pappdeckel, welcher durch um den Rand des Verschußdeckels herumgelegte Stahlblättchen an diesem befestigt ist, gehalten. Der Zugdraht muß demnach bei dieser Einrichtung erst den Pappdeckel durchreißen, bevor die Spannung der Feder im Innern der Hülse beginnt. Dadurch ist der Kraftaufwand zur Überwindung sämtlicher Widerstände bis zum Auslösen des Hakens am Schlagbolzen auf 18 bis 25 kg gesteigert, so daß eine vorzeitige Entzündung der Sprengpatrone durch unvorsichtiges Ziehen am Drahte erschwert ist.

Die Anzahl der Versager ist bei diesen Perkussionszündern auf 1,25%, beim Fohnsdorfer Bergbau auf 0,6%, auf dem Albrechtschachte bei Peterswald sogar auf 0,14% herabgemindert<sup>1)</sup>.

Bei dem Schlagzünder von Nores in Schalke kamen auf Grube Sulzbach bei Saarbrücken bei 310 Schüssen 7,5% Versager vor.

Eine eigenartige »Zündung mit Wasser« schlägt L. Jarolimek<sup>2)</sup> in Prag vor. Ein auf die Schlagpatrone gesetzter korkähnlicher Körper von gepreßtem Ätzkalk hat am unteren Ende eine Aushöhlung, in welche eine, aus zwei Teilen bestehende, verschiebbare Hülse paßt. Der eine Teil enthält eine Masse, welche schon bei 100 bis 120° C. entzündet wird und die Entzündung auf den Knallsatz des zweiten Teiles überträgt, welcher seinerseits auf Schlag- und Sprengpatronen wirkt. Die zur Entzündung des ersten Kapselteiles erforderliche Temperatur wird durch Löschen des Kalkpfropfens infolge eingeschütteten Wassers erzielt. Um die Zeit der Explosion genauer bestimmen zu können, ist der Kalkpfropfen teilweise mit Stanniol umwickelt.

Eine praktische Verwendbarkeit dieser Zündmethode erscheint wegen der stark hygroskopischen Eigenschaft des Ätzkalkes zweifelhaft.

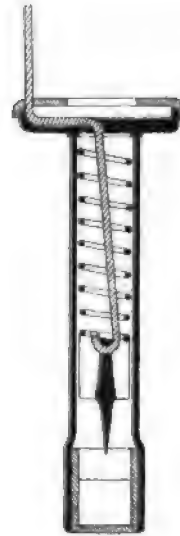


Fig. 211.  
Tirmann's Schlag-  
zünder.

1) Österr. Zeitschr. 1895, S. 695.

2) Ebenda 1895, S. 609.



### C. Regeln für die Ausführung der Sprengarbeit.

**89. Erlernung und Beurteilung der Sprengarbeit.** — Die Erlernung und richtige Beurteilung der Sprengarbeit ist nicht allein für den Arbeiter, sondern auch für den Beamten von großer Wichtigkeit. Für den ersteren, weil nur ein geübter Arbeiter, wie bei jedem Handwerk, Ersprießliches leisten kann und bei Stellung des Gedinges auf Ungeübte keine Rücksicht genommen werden soll, — für den Beamten, weil er die Arbeit und den Fleiß der Arbeiter nur dann richtig beurteilen und das Gedinge nur dann richtig stellen kann, wenn er die Sprengarbeit gründlich versteht, was aber nur durch eigenes Handanlegen und fortgesetzte Übung erreicht werden kann, theoretische Anleitungen oder gar Berechnungen<sup>1)</sup> vermögen die praktischen Erfahrungen nicht zu ersetzen, denn die Faktoren, mit denen gerechnet werden muß, können bei jedem Bohrloche verschieden sein, auch beruht die richtige Schätzung der Faktoren (Spannung, Schlechte, freie Flächen u. s. w.) wiederum auf Übung und Erfahrung.

**90. Ansetzen der Bohrlöcher.** — Die Erlernung der Sprengarbeit betrifft im wesentlichen das richtige Ansetzen der Bohrlöcher und das genaue Verständnis derjenigen Umstände, welche auf den Erfolg der Sprengarbeit von Einfluß sind.

Im allgemeinen muß die Kraft des in das Bohrloch geschafften Sprengmaterials zur Überwindung des Widerstandes genügend sein, bezw. muß der letztere einer gegebenen Kraft angepaßt werden. Ist der Widerstand zu groß, so hebt das Loch nicht vollständig ab, ist er zu gering, so wird die Kraft unnötigerweise das losgerissene Gestein weit fortschleudern. In beiden Fällen findet also eine Vergeudung von Kraft statt.

Die Spannung ist nun bei solchen Gebirgspartien am geringsten, welche von den größten und meisten freien Flächen umgeben sind. Ein derartiges Stück, dessen Trennung aus dem natürlichen Zusammenhange durch ein Bohrloch beabsichtigt wird, nennt man ein Geschick oder das Vorgeben, und spricht von schwachen und starken, guten und schlechten Geschicken. Ein gutes Geschick ist ein solches, bei welchem mit einer bestimmten Menge von Sprengmaterial verhältnismäßig viel Gebirge gewonnen werden kann.

Gibt man bei demselben Geschicke dem Bohrloche nur etwas mehr vor, dadurch, daß man es tiefer bohrt oder den Winkel zwischen ihm und dem Ortsstoß stumpfer macht, so wächst der Widerstand in ungleich höherem Maße als die Stärke des Vorgebens und kann nicht immer durch entsprechende Vermehrung der Sprengkraft überwunden werden.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1881, S. 249, 268; 1880, Nr. 11—17.

Hiernach erfordern diejenigen Bohrlöcher die meiste Sprengkraft, welche ohne Rücksicht auf die Geschicke geradeaus gebohrt werden, wie es häufig bei der maschinellen Bohrarbeit geschieht. Die Sprengkraft wird dabei entweder durch Vergrößerung der Bohrlochsweite oder der Löcherzahl vermehrt.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse für diese Ausführung der Sprengarbeit, wenn die Schichten (bei Ortsbetrieb) steil stehen und eine mittlere Mächtigkeit haben, weil dann die Spannung gerade da, wo sie am stärksten sein würde, durch die Schichtungsflächen aufgehoben ist.

Auf diesen Umstand gründet sich für die Anwendung von wenig brisanten Sprengmaterialien die Regel, daß man die Gesteinsschichten immer rechtwinklig zu überbohren suchen soll, sowie ferner die Ansicht, daß die Gewinnbarkeit dann am größten ist, wenn die Gesteinsschichten dem Häuer zufallen, weil man früher nur in diesem Falle die eben genannte Regel befolgen konnte.

Seitdem aber das durch die tiroler und piemontesischen Bergleute bekannt gewordene »Schlenkerbohren«<sup>1)</sup> sich mehr und mehr Eingang verschafft hat, ist man imstande, auch abfallende Schichten rechtwinklig zu überbohren, und hat jene Ansicht an Berechtigung verloren.

In Pfibram sind seit 1880 Versuche gemacht<sup>2)</sup>, das Schlenkerbohren neben dem gewöhnlichen Verfahren einzuführen, um ein zweckmäßigeres, den vorhandenen Geschicken mehr angepaßtes Ansetzen der Bohrlöcher zu ermöglichen, und hat man dabei sowohl im Fortschritte als auch in der Ökonomie des Betriebes sehr günstige Erfolge erzielt. Dasselbe ist in Freiberg und im Rammelsberge bei Goslar der Fall.

In Zaukeroda hat man die Erfahrung gemacht, daß bresante Sprengmaterialien bei regelmäßig geschichteten Gesteinen und in Kohle eine bessere Wirkung haben, wenn man gestreckte Ladungen verwendet, d. h. die Bohrlöcher parallel zur Schichtung bohrt. Bei Bohrlöchern, welche quer durch die Kohle hergestellt sind, erfolgt das Abtragen immer in den weichsten Kohlenteilen und veranlaßt weit leichter die Bildung eines Sackes, d. h. die bloße Erweiterung eines Bohrloches ohne Abwerfen, als wenn das Bohrloch parallel zur Schichtung gelegt wird.

Bei der Handarbeit werden die einzelnen Bohrlöcher nach der Reihenfolge der »besten Geschicke« angesetzt und mit dem Wegtun die freien Flächen für die folgenden Geschicke vermehrt. Die meiste Spannung hat bei einem glatt geschossenen Orte das Einbruchslot, welches deshalb womöglich da angesetzt werden muß, wo Schlechten oder Schichtungsflächen u. s. w. zu Hilfe kommen.

1) Das Schlenkerbohren wird für aufwärts gerichtete Bohrlöcher in der Weise angewendet, daß man das Fäustel mit schlafl herabhängendem Arme führt. — Über die Wichtigkeit des Schlenkerbohrens in Überbrechen vergl. Österr. Zeitschr. für das B.- u. H.-Wesen 1871, S. 121.

2) Österr. Zeitschr. für das B.- u. H.-Wesen 1881, S. 478 ff.

Da der Erfolg der Sprengarbeit ganz wesentlich von einem tiefen Einbruche abhängt, so stellt man denselben bei genügend großen Angriffsflächen, u. a. beim Schachtabteufen, wohl dadurch her, daß man drei oder mehr Bohrlöcher in konvergierender Richtung bohrt und womöglich mit elektrischer Zündung gleichzeitig abschießt.

Das bei der Handarbeit angewendete Verfahren wird aber auch bei der Maschinenarbeit angewendet, wenn es darauf ankommt, direkt an Selbstkosten zu sparen, während man in den Gesteinen des Flötzgebirges, wenn man in erster Linie Zeit gewinnen will und wo es die im Vergleich zu Erzgruben geringere Spannung meistens erlaubt, die Löcher mehr oder weniger geradeaus bohrt.

Wenn bei der Maschinenarbeit die Bohrlöcher nach der Reihenfolge des geringsten Widerstandes geschlagen und nicht stärker angesetzt werden, so bedürfen sie auch, abgesehen von der etwaigen größeren Weite der Bohrlöcher, keiner größeren Sprengkraft als bei der Handarbeit, so daß bei sehr festem Gesteine der im maschinellen Abbohren liegende Vorteil voll ausgenutzt werden kann.

#### D. Anhang.

91. **Maschinen zum Auffahren ganzer Strecken.** — Für das Abbohren von Strecken im Gestein ohne Schießarbeit ist eine Maschine gebaut, bei welcher eine mit Bohrschneiden besetzte Scheibe in Form eines Kreuzes in stoßende und zugleich drehende Bewegung versetzt wird, wodurch der ganze Ortsstoß abgebohrt werden soll.

Eine andere Maschine besteht aus einem liegenden Zylinder von Eisenblech, dessen vordere Peripherie mit Meißeln besetzt ist und dessen Drehachse gleichfalls einen Meißel führt. Durch Stoßen und gleichzeitiges Drehen wird das Gestein kreisförmig umschrämt, während im Mittelpunkt ein Loch entsteht, durch dessen Sprengung der Kern zertrümmert werden soll.

Weder diese, auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 vorgeführte, noch andere derartige Maschinen, wie diejenige von Beaumont<sup>1)</sup>, welche zum drehenden Bohren bestimmt und bei dem am 18. März 1883 bei einer Länge von 1840 m eingestellten Tunnel unter dem Kanal zwischen Frankreich und England in Betrieb genommen ist, haben sich in der Praxis eingeführt.

Sehr empfohlen<sup>2)</sup> wurde eine für Kohle bestimmte drehende Maschine von Stanley in Nuneaton. Auf einem Wagengestelle ist in vertikalen Ständern eine kräftige stählerne Schraubenspindel gelagert und wird durch

1) Cours d'expl. des mines von Haton de la Goupillière, Tome I, pag. 180.

2) Österr. Zeitschr. 1888, Bd. 36. Aufsatz von Alfred de Castellaine. — Schulz in Glückauf 1888, S. 18.

einen Luftmotor gedreht. Eine am hinteren Ende angebrachte Mutter bewirkt den Vorschub der Spindel. Am vorderen Ende derselben ist ein Querstück befestigt, welches mit 2 oder 4 horizontalen Armen ausgestattet ist. Diese Arme erhalten eine Länge bis zu 1 m, sind an den Enden mit Messern versehen und tragen der ganzen Länge nach Schaben oder Kratzen zum Herausschaffen des Bohrmehls aus dem kreisförmigen Schlitz. Der stehenbleibende Kern muß je nach der Festigkeit der Kohle nachgenommen werden oder zerbricht von selbst. Es können Strecken bis zu 2200 mm Durchmesser gebohrt werden.

Außer bei Versuchen in der Braunkohlengrube Nelson bei Ossegg in Böhmen hat die Maschine keine Anwendung gefunden.

Eine Streckenbohrmaschine (D. R. P. Nr. 66876) war von der Firma R. W. Dinnendahl in Steele auf der bergmännischen Ausstellung in Gelsenkirchen (1893) vorgeführt.

**92. Ersatz für die Sprengkraft<sup>1)</sup>.** — Man hat sich vielfach bemüht, die durch die Explosion der Sprengstoffe veranlaßte Entzündung der schlagenden Wetter durch gänzliche Vermeidung der Sprengstoffe zu beseitigen. So viele Versuche zum Ersatze der Sprengmaterialien durch andere Mittel auch gemacht sind<sup>2)</sup>, so sind die Erfolge bis jetzt nur in wenigen Fällen derart, daß eine allgemeine Einführung der betreffenden Methoden beim Bergbaubetriebe erwartet werden kann.

Die genannten Versuche sind folgende:

Zunächst das von George Elliot in Newcastle angegebene Verfahren, ungelöschten Kalk, welchen Smith-Moori & Co. in Derby in Form von gepreßten Kernen verwendet, in das Bohrloch und den Kalk durch Einführen von Wasser zum Löschen, bezw. Aufblähen zu bringen.

Die Versuche auf den Gruben bei Saarbrücken, Aachen und in Westfalen<sup>3)</sup>, sowie auf den Erzherzogl. Friedrichschen Gruben bei Karwin und auf der Grube St. Marie in Blanzky haben übereinstimmend ergeben, daß bei der geringen Sprengkraft von höchstens 250 kg auf 1 qcm (gegenüber 1730 bis 2620 kg des Kriegspulvers) ein Erfolg des Kalksprengens nur unter besonders günstigen Verhältnissen zu erwarten ist. Auch in englischen Gruben ist nach den Reiseberichten von Lionel de Gournay und F. Mathet in Blanzky das Kalksprengen nirgends betriebsmäßig eingeführt<sup>4)</sup>.

Cochram bewirkt das Absprengen, indem er mit Hilfe einer Schraube einen Keil zwischen zwei andere, mit dem starken Ende in das Bohrloch

1) Über Erhöhung der Selbstkosten bei Gewinnung der Kohle ohne Sprengarbeit siehe Österr. Zeitschr. 1886, S. 272.

2) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 416.

3) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 191; 1883, Bd. 31, S. 103.

4) Bulletin de la soc. de l'ind. min. Tome III, 1884, S. 835. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ing. 1886, Bd. XXX, S. 163. — Österr. Zeitschr. 1884, S. 241; 1885, S. 800.

gesteckte Keile treibt. — Farum versuchte, den dritten Keil mit schweren Fäusteln einzutreiben.

Grafton Jones preßte mit Hilfe einer hydraulischen Presse eine Anzahl kleiner Kolben aus einer Röhre heraus und gegen die Bohrlochswände.

Ch. J. Chubb versuchte es zuerst auf ähnliche Weise mit einem einzigen länglichen, später aber gleichfalls mit mehreren kleinen Kolben in einer Reihe und ließ dieselben mittelbar durch einen halbzyllindrischen Mantel gegen die Bohrlochswände wirken. Chubb will sogar das Unterschrämen dadurch entbehrlich machen, daß er dem Bohrloche eine zu Ortstoß und Sohle diagonale Richtung gibt. Samuel Parker Bidder und John Johnes<sup>1)</sup> wenden eine Keilpresse an.

Versuche mit Levets Keil<sup>2)</sup> sollen u. a. in den Steinkohlengruben von Blanzky sehr günstige Resultate ergeben haben. Der Apparat weicht insofern von den übrigen Keilpressen ab, als bei ihm der Keil nicht eingetrieben, sondern mit Hilfe einer hydraulischen Presse herausgezogen wird und damit seine Druckwirkung an der tiefsten Stelle des Bohrloches äußert.

Auch auf der Grube Friedrichsthal fielen die mit Levets Abtreibekeil angestellten Versuche nach Abstellung einiger demselben anhaftender Mängel befriedigend aus, jedoch zeigte sich nach einigem Gebrauche starke Reparaturbedürftigkeit des Apparates, welche die allgemeine Einführung desselben verhindert hat.

Nach neuerem Vorschlage soll der Keil dadurch herausgetrieben werden, daß ein Laufgewicht von Arbeitern gegen einen, mit dem Keil verbundenen Bügel geschlagen wird.

Der von dem Erzherzoglich Friedrichschen Kameraldirektor Ritter von Walcher-Uysdal<sup>3)</sup> in Teschen erfundene Steinbrechapparat unterscheidet sich von dem Levetschen Keil vorteilhaft durch dauerhaftere Bauart und hat mit jenem die hydraulische Presse gemein. Durch letztere wird ein, zwischen zwei äußeren, konisch verlaufenden Backen liegendes quadratisches Mittelstück herausgezogen. Zwischen dem Mittelstück und der Innenwand der Backen sind unter einem Winkel von 45° sechs harte gußstählerne, an ihren Enden kugelförmig abgerundete Stelzen in entsprechend ausgefräste Lager des Mittelstückes und der beiden Backen eingebettet. Beim Herausziehen des Mittelstückes suchen die Stelzen eine rechtwinklige Stellung anzunehmen und drängen dabei die Brechbacken auseinander.

1) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 417.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1879, S. 38. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1879, Nr. 1. — Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 230.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1886, Nr. 18. — Glückauf. Essen 1886, Nr. 67. — Bulletin de la soc. de l'ind. min. 1887, S. 768.

Der unter der Firste aufgehängte Apparat wird nicht in seiner ganzen Länge in das Bohrloch gesteckt, sondern nur soweit, als es die Konizität der Brechbacken erlaubt und sodann stückweise nachgeschoben, nachdem durch die Brechbacken entweder das Bohrloch erweitert, oder ein Teil der unterschrägten Kohlenbank abgebrochen ist. Das Gewicht des Apparates beträgt 92 kg.

Günstige Erfolge sind mit dem von Walcherschen Apparate nur in solchen Fällen erzielt, wo der Widerstand gegen das Hereinbrechen der Kohle ein geringer war.

Die Anwendung des Demanetschen Keiles in Verbindung mit der Bohrmaschine von Dubois & François wurde bereits in 39. kurz erwähnt. In ein Bohrloch von 8 bis 10 cm Durchmesser und bis 70 cm Tiefe werden zwei gelenkartig verbundene Keilbacken *c* (Fig. 212 u. 213) von entsprechender Länge eingesetzt, welche an ihrem vorderen Ende einen zweiteiligen, gleichfalls durch ein Gelenk verbundenen Treibkeil *b* (aiguille coin) einschließen. Derselbe wird durch den mit der Maschine eingeschlagenen Schlußkeil *a* auseinander getrieben. Die punktierten Linien zeigen die Keilbacken in ihrer äußersten Stellung nach dem Eintreten des Schlußkeiles.

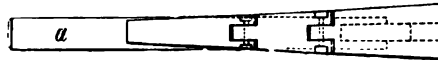


Fig. 212.

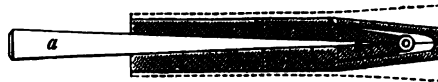


Fig. 213.

Nach den Mitteilungen des Prof. A. Habets ist die Leistung dieser »Bosseyeuse« in mittelfestem Gestein gleich jener, welche man bei Anwendung von Pulver erzielt und der Preis stellt sich nicht viel höher als im letzteren Falle, so daß ohne große Mehrauslagen die angestrebte Sicherheit gegen Explosionen erreicht wird.

Bei den Kohlenwerken zu Marihaye (Belgien) steht die Bosseyeuse auch für Gesteinsarbeiten in betriebsmäßigem Gebrauche<sup>1)</sup>. Für Schrämarbeiten wird sie noch ganz ausnahmsweise angewendet<sup>2)</sup>.

Ebenfalls mit günstigem Erfolge ist die Bosseyeuse zu Blanzky und Trelys in Frankreich, wie auch auf den Gruben der Gesellschaft »Cockerill« in Belgien und auf den Kreuzgräbensschächten bei Saarbrücken<sup>3)</sup> angewendet worden<sup>4)</sup>.

1) Leybold in Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 66. --- Glückauf. Essen 1895, S. 225.

2) A. Habets, Cours d'exploitation des mines I, 1902, S. 148.

3) Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35 (Versuche u. Verbess.).

4) Österr. Zeitschr. 1885, S. 800. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 236.

Es muß jedoch hervorgehoben werden, daß die Anlagekosten bei Verwendung der Bosseyeuse nicht unbedeutend sind<sup>1)</sup>.

Auch auf Grube Maybach bei Saarbrücken sind günstige Resultate mit Brechkeilen der Firma The Hardy Patent Pick Company Ltd. in Sheffield gemacht<sup>2)</sup>.

Die Brechkeile bestehen aus fünf keilförmigen Teilen, von denen die beiden äußeren halbkreisförmigen Querschnitt und am vorderen Ende einen nach außen vorstehenden Wulst besitzen und von denen die drei übrigen Teile Plattkeile von gewöhnlicher Form, jedoch mit konisch zulaufendem Kopfe bilden, so daß beim Zusammenlegen zweier Keile am Kopfe ein schmaler Schlitz frei bleibt. Die sämtlichen Teile bestehen aus bestem Werkzeugstahl. Die Keile haben eine Länge von 90 mm. Der größte Durchmesser der äußeren Keile beträgt 52 mm.

Zum Herstellen der Bohrlöcher wird die Bohrmaschine von Elliot benutzt. Nachdem das Bohrloch die erforderliche Tiefe erreicht hat, werden die beiden äußeren halbrunden Keile eingesetzt und zwischen diesen die Plattkeile, einer nach dem andern, bis zum Hereinbrechen der Kohle eingetrieben.

Die Versuche fielen aber nur in Flötz 3 günstig aus. In diesem konnte die Kohle mit Handarbeit gewonnen werden, nur ein 60 cm mächtiges Bergemittel machte bisher die Schießarbeit notwendig. Nachdem das Bergemittel durch Wegnahme der Unterbank unterschrämt war, konnte dasselbe mit den Brechkeilen gewonnen werden.

Bei dem Gesteinsbrecher von A. J. François in Herbesthal bei Aachen ist an dem dicken Ende des einzutreibenden Keiles ein Bund und eine viereckige Gleitstange angebracht, auf welcher ein im Innern mit Rädern versehenes zylindrisches Schlaggewicht von 46 kg läuft. Hinter dem Bunde setzt man ein Gehäuse mit Leitrolle auf, um welche ein Seil läuft, dessen eines Ende an einem Haken des Schlaggewichtes befestigt wird. Am andern Seilende zieht der Arbeiter und bewirkt das Anschlagen des Gewichtes gegen den Bund, worauf das Gewicht bei aufwärts gerichteter Lage des Keiles zurückläuft. Bei horizontaler Lage des Keiles wird das Vorstoßen und Zurückziehen des Gewichtes mit einer eisernen Stange bewirkt.

Der von dem Bergassessor Heise konstruierte Keilapparat besteht aus einem etwa 1 m langen eisernen, der Länge nach glatt durchbohrten Keil, der durch zwei auf den Keilseiten gleitende Backen zu einem Zylinder ergänzt wird. Durch die Längsbohrung des Keils geht eine Schraubenspindel, die am Kopfende des Keils eine Schraubenmutter, am

1) Über die Maschine und die »vielfachen Keile« (coins multiples) von Elliot befinden sich Mitteilungen in Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 203; 1890, Bd. 36, S. 260.

2) Preuß. Zeitschr. 1894, Bd. 42, S. 203. — Österr. Zeitschr. 1894, S. 651.

Schneidende einen leicht drehbaren Zapfenring trägt, dessen Zapfen in Löcher der Gleitbacken eingreifen. Bei Benutzung des Keils wird nach Unterschrägung der Kohle und Herstellung seitlicher Kerben dicht am Hangenden mit einer Handbohrmaschine ein 100 mm weites Loch von der Länge des Keils ausgebohrt und der Keil dann so eingeführt, daß die Gleitbacken in der Druckrichtung liegen. Indem die Spindelmutter hier-nach mittels einer Knarre gedreht wird, schiebt sich der Keil zunächst zwischen den Backen durch, diese auseinanderdrückend, bis er gegen die Bohrlochsohle stößt. Danach zieht die Spindel die beiden Backen auf dem Keile nach vorn, bis die Kohle abbricht. Der Apparat wird von Heinrich Kaufmann jun. in Witten zum Preise von 225 *M* geliefert. Nach den auf Grube Camphausen bei Saarbrücken angestellten Versuchen leistet er gute Dienste bei Kohle, die in größeren Lagen bricht, ist dagegen, wie wohl alle derartigen Apparate, für kurzbrechende Kohle nicht verwendbar. Auf Zeche Hibernia hat er sich beim Aufhauen eines Bremsberges gut bewährt. Das Flötz besteht hier aus einer milden, 0,65 m starken Unterbank, die mit der Keilhaue hereingewonnen wird, und einer sehr festen, 1 m mächtigen Oberbank, die man erst kerbt und dann mit dem Apparate hereintreibt.

## 6. Das Feuersetzen.

93. **Anwendung des Feuersetzens.** — Das Feuersetzen ist diejenige Gewinnungsarbeit, bei welcher das Gestein durch die ausdehnende Kraft der Wärme gesprengt wird. Es ist dies ohne Zweifel eine der ältesten bergmännischen Arbeiten, welche für das härteste Gestein in Anwendung kam.

Im Rammelsberge bei Goslar ist das Feuersetzen der hohen Holzpreise wegen seit 1870 gänzlich aufgegeben und durch die mechanische Bohrarbeit ersetzt.

Am häufigsten wurde der Firstenbrand angewendet, weil er den besten Erfolg liefert und am einfachsten auszuführen ist. Das Holz wird dabei in Schränken aufgerichtet, der Raum zwischen Sohle und Schrank mit Hobelspänen und dergl. angefüllt und diese demnächst von Stoß zu Stoß mit dem »Barte« angezündet. Der letztere ist ein Holzknüppel, dessen vorderes Ende eingekerbt und mit Holzspänen umwickelt ist.

Der »Feuermeister« und seine Gehilfen führen vom Wetterschachte aus dem Wetterzuge entgegen und steckten die einzelnen Brände an. Am Montag Morgen wurden sodann die gebrannten Flächen beräumt (hart gemacht) und die hereingebrochenen Gesteinsstücke zur Förderung vorbereitet.

Beim Seitenbrande wurde das Holz in einer sogenannten Prägelkatze zusammengeschichtet, d. i. ein eisernes Gestell, welches nach vorne



zusammengezogen und oben, sowie an den Seiten, mit Eisenblechen und feinen Bergen bedeckt wurde, um die Hitze zusammenzuhalten. Die schmale Seite war dem Orte zugekehrt, so daß die Flamme vor dem Ortsstoße hinaufstrich.

Ohne Anwendung der Prägelskatze wurde das Holz einfach gegen den Ortsstoß gelehnt, von außen mit feuchtem Holze und dieses mit Bergen bedeckt.

Außer Holz verwendete man (in Frankreich) auch Steinkohlen und Koks in besonders eingerichteten Apparaten, denen die nötige Verbrennungsluft durch Gebläse zugeführt wird.

Sohlenbrand ist wohl am wenigsten gebräuchlich gewesen. Beim Schachtabteufen ging man lieber mit Schlägel und Eisen in kleinen Dimensionen voran und weitete mit Seitenbrand aus.

## 7. Arbeit mit Wasser.

**94. Ausdehnende Wirkung.** — Das Wasser wird zur Gewinnung von Gebirgsmassen auf dreierlei Weise benutzt und zwar zunächst

ausdehnend, indem man Löcher ins Gestein bohrt, in dieselben genau passende, gut getrocknete Pflöcke von weichem Holze schlägt und diese sich voll Wasser saugen läßt. Auch die Kristallisationskraft des gefrierenden Wassers wird in ähnlicher Weise benutzt, beides z. B. zum Absprengen von regelmäßig geformten Platten, Säulen u. s. w. von großen Granitblöcken. Die Löcher werden dabei in Reihen gebohrt und dadurch die Linie angedeutet, nach welcher das Absprengen erfolgen soll. In neuerer Zeit bedient man sich zu demselben Zwecke sogenannter Federkeile.

**95. Auflösende Wirkung.** — Auflösend wirkt das Wasser beim Steinsalzbergbau, wo man durch Wasserstrahlen Schrämme und Schlitzte bildet, enge Örter treibt, unterschrämte Salzmassen ablöst, ja sogar Schächte abteuft, letzteres in der Weise, daß man ein Bohrloch vorweg stößt und in dasselbe ein Rohr steckt, aus welchem ringsum die Wasserstrahlen mit Überdruck auftreten. Vergl. Abschnitt III. Sinkwerksbau.

**96. Fortschaffende Wirkung.** — Fortschaffend ist die Wirkung des Wassers bei der Gewinnung von Seifen, in großartigem Maßstabe in Californien, wo ein starker Wasserstrahl den goldhaltigen Seifenstoß unterschrämt, bis derselbe hereinbricht. Das Ganze wird bis in die Aufbereitungsanstalt fortgeschlämmt und zwar durch eigens dazu hergestellte, mitunter sehr lange Abfallgerinne, in denen sich das gröbere Gold je nach der Größe der Körner früher oder später absetzt<sup>1)</sup>.

1) Osterr. Zeitschr. 1889, Nr. 36 u. 37 (Hydraulicking)

## Literatur.

- M. F. Gaetschmann. Vollständige Anleitung zur Bergbaukunst. Dritter Teil. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.
- Carl Sachs. Über Gesteinsbohrmaschinen im allgemeinen und speziell über deren Anwendung, mit komprimierter Luft betrieben beim Streckenbetrieb auf der Galmeigrube Altenberg bei Aachen. Aachen 1865.
- Ed. Schultze. Das neue chemische Schießpulver und seine Vorzüge vor dem schwarzen Schießpulver und dessen Surrogaten. Berlin 1865.
- Justus Fuchs. Das Nobelsche Sprengpulver Dynamit in Californien. Hamburg 1868.
- Dr. F. M. Stapf. Über Gesteinsbohrmaschinen. Verlag des Verfassers. 1869.
- C. Dittmar. Gebrauchsanweisung für Dualin.
- G. Luckow. Über Sprengpulver und Sprengpulversurrogate mit besonderer Berücksichtigung eines neuen, von der Firma Gebr. Krebs & Co. zu Deutz bei Köln a. Rh. unter dem Namen »Verbesserter Lithofracteur« in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz 1869.
- Derselbe. Erster Nachtrag hierzu. Deutz 1870.
- Julius Mahler. Die moderne Sprengtechnik. Wien 1873. Desgl. Wien 1875.
- G. A. Neumayer. Schieß- und Sprengpulver. Leipzig bei C. W. B. Naumburg.
- Alfred Nobel. Gebrauchsanweisung für Dynamit. Hamburg.
- J. Trauzl. Explosive Nitrilverbindungen, insbesondere Dynamit und Schießwolle, deren Eigenschaften und Verwendung in der Sprengtechnik. Wien 1870.
- Lauer. Spreng- und Zündversuche mit Dynamit und Schießbaumwolle. Wien 1872.
- Derselbe. Anleitung für die rationelle Verwendung des Dynamits. Wien 1874.
- Dr. Gintl. Die Zündwaren und Explosivstoffe. Offizieller Ausstellungsbericht, herausgegeben durch die Generaldirektion der Wiener Weltausstellung. (Gruppe III, Sektion 5.) Wien 1873.
- Dr. J. Upmann und Dr. E. von Meyer. Das Schießpulver, die Explosion und die Feuerwerkerei. Braunschweig 1874.
- Dr. Ad. Gurtt. Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875.
- Oskar Guttman. Handbuch der Sprengarbeit. Braunschweig 1892.
- A. Pfeffer. Über Hellhoffit. Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 25.
- Pellé. Anwendung der Schrämmaschine beim rumänischen Steinsalzbergbau. Österr. Zeitschr. 1857, Nr. 26.
- A. G. Voigt. Die Gewinnung des Schwemmgoldes aus den Geschiebelagen in Russisch-Asien. Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 27.
- P. E. Chalon. Le tirage des mines par l'électricité. Liège 1888.
- K. Tickler. Die elektrische Minenzündung und deren Anwendung in der zivilen Sprengtechnik. Braunschweig 1888.
- A. Bornhardt. Die elektrische Minenzündung unter Verwendung der Zündapparate von A. B. Freiberg i. S. 1890.
- W. Jičinsky. Die Schlagwetter nicht zündende Sandpatrone. Mährisch-Ostrau 1888.
- Franz von Ržiha. Die Bohrfestigkeit der Gesteine. Sonderabdr. aus der Z. d. Österr. Ing.- u. Arch.-Ver. Heft 4, 1883. Wien.
- Dingler, 270, S. 215; 273, S. 62; 275, S. 111. Neuheiten in der Explosivtheorie und Sprengtechnik.

- Lohmann. Belehrung bezüglich der Schießarbeit beim Steinkohlenbergbau. Gelsenkirchen.
- Carl Duncker. Die elektrische Minenzündung. Berlin NW. 1891.
- P. F. Chalon. Les matières explosives à l'expos. univ. de 1889. Paris 1893.
- E. Coralys. Les explosifs. Paris 1893.
- J. Daniel. Les explosifs industriels. Paris 1893.
- C. Häussermann. Sprengstoffe und Zündwaren. Übers. über die bis zum 26. Jan. 1893 ausgegebenen deutschen Patentschriften in Kl. 78. Stuttgart 1893.
- S. P. von Romocki. Geschichte der Explosivstoffe. Berlin 1895 u. 1896.
- W. Meißner. Der elektrische Antrieb für Gesteinsbohrmaschinen und der Gesteinsbohrsysteme der Firma Siemens & Halske. Sonderabdruck aus der Elektrotechnischen Zeitschr., Jahrg. 1895, Heft 30 u. 40.
- M. Eissler. Handbook of modern explosifs: Practical treatise on manufacture and use of Dynamite, Gun Cotton, Nitroglycerine, Collodion Cotton, other explosive compounds; Chapters on explosives in practical application. 2nd edit. enlarged. 160 illustr. 8°. 426 pp. London.
- Victor Watteyne. Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique pendant l'année 1897. Bruxelles 1898.
- P. Sorgs. Bohrerresultate der Kurbel-Stoßbohrmaschine (Patent Siemens & Halske). Österr. Zeitschr. 1889, S. 556.
- C. Schraml. Elektrische Gesteinsbohrmaschine in Hallstadt. Ungar. Montanzeitung 5, Nr. 18, S. 3.
- H. Foster Bain. Lees Kohlenschlitzmaschine. Mines and Minerals 20, S. 112.
- M. Przyborski. Über die Anlage unterirdischer Dynamitmagazine. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1899, S. 560.
- M. A. Bachellerie. Das maschinelle Schrämen in Amerika. Colliery Guardian 80, S. 858.
- E. W. Parker. Die Verbreitung der Schrämmaschinen in den Ver. Staaten seit 1891. Bergbau 13, Nr. 45, S. 5.
- R. Classen. Über eine neue elektrische Bohrmaschine. Glückauf 1900, S. 989.
- C. Zalmann und J. Wazlavik. Über die Verwendung der Ingersoll-Schrämmaschine. Österr. Zeitschr. 1900, S. 587.
- V. Watteyne. Die Sprengmittel in den belgischen Steinkohlengruben. Österr. Zeitschr. 1900, S. 473.
- Buse. Über elektrische Zündungen der Sprengschüsse im Bergwerksbetriebe. Bergbau 14, Nr. 5, S. 11.
- Mellin. Über die Verwendung von Schrämmaschinen beim Kohlenbergbau der Ver. Staaten. Glückauf 1901, S. 1058.
- Schulz-Briesen. Die Verwendbarkeit amerikanischer Schrämmaschinen im Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbau. Glückauf 1901, S. 1086.
- S. F. Walker. Anwendung von Kohlenschneidemaschinen in Britischen Kohlengruben. Engin. a. Min. J. 73, S. 348.
- N. Orban. Über das mechanische Drehbohren, System A. und J. François. Rev. univ. des mines 57, S. 306.
- Bailey. Mechanische Schrämversuche zu Marles. Österr. Zeitschr. 1902, S. 211.
- Heise. Die Schaltung der Sprengschüsse. Glückauf 1902, S. 325.
- Mentzel. Maschinelles Schrämen auf einer schottischen Steinkohlengrube. Glückauf 1902, S. 929.
- Meyer. Die Beseitigung der Versager bei der elektrischen Schußzündung. Glückauf 1901, S. 841.

## Dritter Abschnitt.

### Abbau der Lagerstätten.

1. **Einleitung.** — Der Endzweck aller bergmännischen Unternehmungen ist der Abbau der Lagerstätten nutzbarer Mineralien.

Liegen dieselben nahe an der Tagesoberfläche, so baut man sie mittels Tagebau, liegen sie in größerer Tiefe, mit Grubenbauen, also in unterirdischen Räumen ab.

Mehrere zusammenhängende Grubenbaue heißen Grube, Zeche, Bergwerk, auch wohl Grubengebäude.

#### A. Grubenbau.

2. **Allgemeines.** — Die erste Arbeit bei Anlage einer Grube ist, daß man die Lagerstätte zugänglich macht — Ausrichtung<sup>1)</sup> oder Aufschließung der Lagerstätte.

Hat man diese erreicht, so teilt man sie in Abschnitte von solcher Größe und Gestalt, wie sie zum Abbau geeignet erscheinen. Die hierzu nötigen Arbeiten nennt man die Vorrichtung der Lagerstätte — nämlich zum Abbau — welcher nunmehr folgt.

Die zum Zwecke der Ausrichtung und Vorrichtung herzustellenden Grubenräume sind: Stollen, Strecken und Schächte.

Die Ausrichtung einer Lagerstätte geschieht entweder in mehr oder weniger horizontaler Richtung durch Stollen, von einem nahe gelegenen

---

1) Die vorstehende Erklärung für Ausrichtung ist nicht durchweg gebräuchlich, viele nennen auch noch das Treiben der Sohlenstrecken Ausrichtung. Da jedoch hiermit eine Vorrichtung (— zum Abbau —), z. B. bei Firstenbau und Strebbau, fast gänzlich wegfiel und bei einer solchen Erklärung die Grenzen zwischen beiden Begriffen sehr verwischt werden, so ist hier die Bezeichnung »Ausrichtung« nur für die Arbeiten außerhalb der Lagerstätte beibehalten, sobald sie den Zweck haben, die letztere zugänglich zu machen. In demselben Sinne spricht man auch bei Verwerfungen allgemein vom »Ausrichten« derselben, bezw. der verworfenen Teile der Lagerstätten.

Tale aus, oder senkrecht durch Schächte. Im ersteren Falle spricht man von Stollenbau und Stollenzeche, im anderen von Tiefbau und Tiefbauzeche.

In die Lagerstätte oberhalb eines Stollens abgebaut und setzt sie unterhalb desselben in die Tiefe, so kann der Stollenbau durch Anlage eines Schachtes in Tiefbau übergehen.

Wird ein Schacht am Ausgehenden einer Lagerstätte angesetzt und tonnläufig abgeteuf, so hat man gleichfalls einen Tiefbau.

## 1. Kapitel.

### Stollen und Strecken<sup>1)</sup>.

**3. Stollen.** — Ein Stollen ist ein ganz oder nahezu horizontaler Grubenbau, welcher bis zu Tage ausmündet, d. h. ein »Mundloch« hat. Die Stollen dienen nicht nur zum Aufschließen von Lagerstätten, größere Anlagen dieser Art haben vielmehr in erster Linie den Zweck, vorliegenden Gruben Wetter zu- und Wasser aus ihnen abzuführen.

Noch bis zu Anfang des vorigen Jahrhunderts waren derartige Stollen für den gesamten Bergbau von großer Wichtigkeit und sind es auch jetzt noch in solchen Bergwerksrevieren, wo die Schächte tief, bezw. die Kräfte zum Auspumpen der Wasser bis zu Tage nicht zureichend, oder wegen der hohen Kosten für Kohlen zu teuer sind, und wo außerdem das aus dem Stollen abzuführende Wasser nicht zu schlammig ist — Verhältnisse, welche z. B. in den alten Gangrevieren von Freiberg, am Harz u. s. w. vorliegen.

Ein fernerer Umstand, welcher in Gemeinschaft mit andern, die Anlage solcher Stollen von oft mehreren Meilen Länge veranlassen kann, ist die Benutzung von Wasserkraft für die Zwecke der Förderung und Wasserrhaltung. Stehen keine Stollen zur Verfügung, so muß die Wasserkraft auf die über Tage vorhandenen Gefälle beschränkt bleiben, während andernfalls dasselbe Wasserquantum mehrmals benutzt werden kann, indem man die betr. Maschinen (Wasserräder, Turbinen, Wassersäulenmaschinen) in unterirdischen Räumen stufenweise untereinander anbringt und das Wasser schliesslich in Stollen ausfließen läßt<sup>2)</sup>.

Die größte Wichtigkeit hatten derartige Stollen in früheren Zeiten, weil bei dem damaligen Zustande des Maschinenwesens die Lösung der Gruben auf andere Weise nicht zu erreichen war. Die alten Bergordnungen räum-

<sup>1)</sup> Haupt, Stollenanlagen. Berlin 1884.

<sup>2)</sup> Vergl. Dumreicher, Die Wasserwirtschaft des nordwestl. Oberharzes. Clausthal 1868.

ten deshalb das Recht, »Erbstollen« zu treiben, jedem ein, der eine Erbstollengerechtigkeit nutzte. Hatte der »Erbstöllner« gewisse Pflichten erfüllt, brachte also u. a. sein Erbstollen an dem zu lösenden Schachte eine gewisse Minimalteufe ein, führte er ferner Wetter zu, Wasser ab u. s. w., so hatte er damit u. a. auch das Recht an einem bestimmten Teil des Reinertrags der Grube.

Die neueren Berggesetze, auch das »Allgemeine Preussische« vom 24. Juni 1865, kennen eine Verleihung von »Erbstollengerechtigkeiten« nicht.

In den größeren Steinkohlenrevieren haben die Stollen, soweit sie dazu bestimmt waren, die Höhe der Wasserhebung zu verringern, ihre Wichtigkeit verloren.

Zunächst bringen sie bei Kohlengruben in der Regel bei weitem nicht eine so große Teufe ein, wie in Gangrevieren, welche in höheren Gebirgen liegen. Sodann verursacht es bei dem heutigen Stande der Maschinenteknik und dem geringen Preise der Maschinen sowohl, wie der Kohlen, wenig Mühe und Mehrkosten, die Wasser bis zu Tage zu heben.

Auf der andern Seite werden den Stollen von Kohlengruben in der Regel weit größere Mengen nicht allein von Wasser, sondern auch von Schlamm zugeführt, als es meistens bei Erzgruben der Fall ist. Es zeigte sich im Anfang der siebziger Jahre vor. Jahrh. u. a. in Oberschlesien, daß der Hauptschlüsselerbstollen gerade des Verschlämmens wegen nicht mehr aufrecht zu erhalten sei. Da ein Stollen außerdem in jedem Grubenfelde das Opfer von Sicherheitspfeilern verlangt, welche mit jedem tieferen Flötze, entsprechend dem Bruchwinkel (s. d.), breiter werden müssen, so entschloß man sich, den genannten Stollen im oberen Teile gänzlich abzuwerfen. Nur von Ruda bis zum Mundloch bei Zabrze hat man ihn beibehalten, weil er hier einen andern wichtigen Zweck der Stollen im allgemeinen erfüllt, indem er nämlich die von oben durchsickernden, in nassen Jahreszeiten bedeutenden Tagewasser auffängt und abführt, während dieselben sonst tiefer fallen würden.

Hieraus folgt, daß man unter ähnlichen Umständen derartige »Revierstollen« höchstens noch zur Abtrocknung oberer Gebirgsschichten treibt.

Die größten Anlagen dieser Art sind der schon genannte Hauptschlüsselerbstollen in Oberschlesien, der Schlüsselstollen in Mansfeld, der Rothschnberger Stollen in Freiberg (1842 bis 1875), Gesamtlänge mit allen Flügelörtern 50900 m, Kosten ohne Zinsen 6 000 000 M., der Ernst August-Stollen<sup>1)</sup> am Harz (1850 bis 1863; Gesamtlänge mit allen Flügelörtern 27035 m); der Saargestollen bei Saarbrücken u. s. w.

#### 4. Mittel zur Beschleunigung des Stollenbetriebes<sup>2)</sup>. — Bei bedeuten-

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1860, S. 286, 270; 1861, S. 18, 31, 90, 105, 125; 1862, S. 65, 257; 1864, S. 270.

2) Über Leistungen beim Stollenbetrieb von A. Häusing. Österr. Zeitschr. 1890, S. 20. — Über beschleunigten Stollenbetrieb u. s. w. Berg- u. H. Jahrb. (Leoben), Jahrg. 37, S. 185.

den Längen ist es notwendig, den Stollen an möglichst vielen Punkten mit Ort und Gegenort gleichzeitig zu betreiben, was jedoch sehr zuverlässige markscheiderische Angaben, besonders in Bezug auf das richtige Zusammentreffen der Sohlen voraussetzt.

Man benutzt dazu in erster Linie bereits vorhandene Schächte, in deren Ermangelung aber auch eigens zu diesem Zwecke abgetaufte Hilfsschächte, die sogenannten Lichtlöcher oder Lichtschächte, welche einige Meter seitwärts vom Stollen angesetzt werden müssen. Sie werden außerdem auch benutzt, um den Ortsbetrieben Wetter zuzuführen.

Über andere Mittel zur Beschleunigung des Stollenbetriebes<sup>1)</sup> vergl. II. Abschn., 6 und 7.

**5. Benennungen.** — Flügelörter sind Abzweigungen des Hauptstollens nach seitwärts belegenen Gruben hin. Sie werden immer etwas über der Stollensohle angesetzt, damit das Stollenwasser den Abfluß aus dem Flügelorte nicht hindert. — Tagesstollen und Tagesröschen sind kleine Stollen, welche einen am Bergabhange liegenden Schacht von der Talsohle aus lösen. — Ein Hilfsstollen wird neben dem Hauptstollen getrieben, wenn derselbe allein nicht im stande ist, die Wasser abzuführen. — Gesprenge sind plötzliche Absätze in der Sohle des Stollens. — Wasserseige ist derjenige Teil des Stollens (oder eine Strecke), welcher Wasser aufnimmt, Tragwerk oder Tretwerk der über der Wasserseige durch Querlager und Pfosten hergestellte Fußboden zum Fahren. Die Lager dienen event. gleichzeitig als Schwellen für die Förderbahn. — Rösche ist der vor dem Stollenmundloche in der Böschung des Bergabhanges hergestellte Graben, welcher das Wasser bis ins Tal zu führen hat. — Bei Stollen und Strecken bedeuten: Ort die Gesteinswand am Ende derselben, Firste die Decke, Sohle oder Strosse die untere Gesteinsfläche, Wangen, Ulmen oder Stöße die seitlichen Begrenzungsflächen.

**6. Regeln für die Anlage eines Stollens.** — Das Mundloch eines Stollens muß vor allem so gelegt werden, daß man genügenden Haldensturz hat und daß bei etwaigem Hochwasser das Stollenwasser nicht am Abfließen gehindert wird. Außerdem richtet sich der Ansatzpunkt einestheils nach der Teufe, welche der Stollen an seinem äußersten Ende einbringen soll, andernteils nach dem Ansteigen, welches man der Sohle zu geben hat. Das letztere ist bei den vorhandenen Anlagen sehr verschieden und muß um so größer sein, je schlammiger das von dem Stollen demnächst abzuführende Wasser ist. Das Ansteigen der Sohle des Ernst-August-Stollens ist 67,5 mm auf 100 m (5,4 Zoll auf 100 Lachter hannöv.) Länge oder rund 1 : 1480. Nach dem sächsischen Berggesetze darf das Ansteigen nicht unter 30 und nicht über 100 mm auf 100 m Länge (3 : 1000 bis 1 : 1000) betragen<sup>2)</sup>. Der Froschmühlenstollen bei Mansfeld hat auf 100 m

1) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 347.

2) Serlo, Bergbaukunde. 1884, I, S. 444.

Länge 12 bis 18 mm, der Zabenstädter Stollen daselbst nur 12 mm, der Schlüsselstollen 22 mm Ansteigen, während beim österreichischen Salzbergbau solche von 1:30, 1:33, 1:50 und 1:72 vorkommen.

Im allgemeinen haben Stollen mit mäßig ansteigender Sohle neben der geringeren Gefahr des Verschlämmens den Vorteil einer bequemen Förderung, dagegen aber den Nachteil, daß man dabei an Abbauhöhe verliert, was aber nur dann von Wichtigkeit ist, wenn eine tiefere natürliche Lösung nicht stattfinden kann.

Aus diesem Grunde hat man in Saarbrücken den tiefsten Stollen eine Steigung von 1:1600, den oberen dagegen, der leichten Förderung halber, eine solche von 1:619 gegeben<sup>1)</sup>.

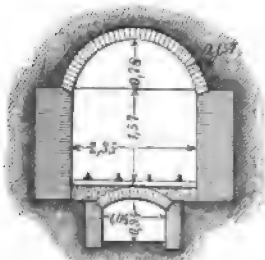


Fig. 214. Heinitz-Stollen bei Saarbrücken.

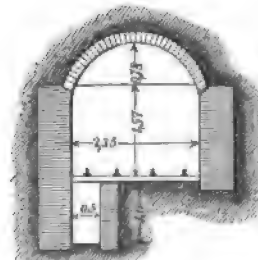


Fig. 215. von der Heydt-Stollen bei Saarbrücken.

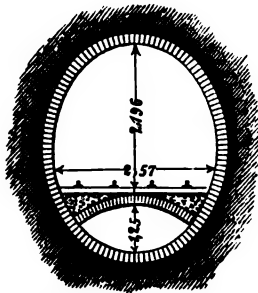


Fig. 216. Saar-Stollen bei Saarbrücken.

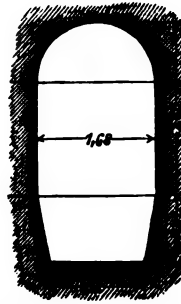


Fig. 217. Ernst-August-Stollen am Harz.

In Fig. 214 bis 217 sind einzelne Beispiele von Abmessungen wichtiger Stollen gegeben.

In welcher Weise während des Stollenbetriebes die Richtung durch Brahmen oder Prahmen (2 aufgehängte Lote), sowie das Ansteigen bzw. Fallen der Sohle (beim Gegenorte) durch Abwägen mit dem Grad-

1) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 159.



bogen oder der Setzwage kontrolliert werden, lehrt die Markscheidungskunst.

Bei den einfallend betriebenen Gegenörtern müssen, wenn man Wasserzugänge mit denselben aufschließt, Querdämme geschlagen werden, welche mit dem Fortschreiten des Gegenorts bis etwa 1 m vor Ort zu erneuern sind. Auf den Dämmen, welche naturgemäß, dem Einfallen der Sohle entsprechend, immer höher werden, liegt das Tragwerk und die Förderbahn. Das vor Ort sich ansammelnde Wasser wird mit kleinen Pumpen oder mit Schaufeln hinter den Damm geworfen (»gepfüzt«). Auch führt man bei geringeren Wasserzuflüssen Gerinne nach.

**7. Strecken.** — Strecken sind ebenso wie die Stollen ganz oder nahezu horizontale Grubenbaue, welche jedoch kein Mundloch haben.

Im allgemeinen unterscheidet man: streichende, schwebende, einfallende, diagonale und querschlägige Strecken.

Die streichenden Strecken folgen dem Streichen, die schwebenden Strecken dem Fallen aufwärts, die einfallenden demselben abwärts, diagonale Strecken oder Diagonalen liegen zwischen Streichen und Fallen, querschlägige Strecken oder Querschläge werden rechtwinklig zum Streichen der Lagerstätte aufgefahren. Unter Auslängen (weniger richtig auch »Auslenken« genannt) versteht man die Fortsetzung einer streichenden Strecke.

Wasserstrecken oder Sumpfstrecken dienen zur Ansammlung von Wasser und bilden damit eine Reserve für die Wasserhaltungskräfte einer Grube, oder sie nehmen die auf ihnen abgehobenen Wasser mehrerer Schächte auf, während an irgend einem geeigneten Punkte eine größere Wasserhebungsmaschine aufgestellt ist. Den letzteren Zweck erfüllen die tiefste Wasserstrecke bei Clausthal mit den Wassersäulenmaschinen am Marienschachte, ferner die Sumpfstrecken der Scharleyer Galmeigruben, welche die Wasser des ganzen Reviers einer gemeinschaftlichen Anlage mit sehr kräftigen Maschinen zuführen u. s. w.

Wetterstrecken dienen als Abzugskanäle für den ausziehenden Wetterstrom.

Andere Bezeichnungen von Strecken sind später bei den Abbaumethoden zu besprechen.

## 2. Kapitel.

### Schächte.

**8. Zweck und Benennung.** — Die Schächte dienen zur Förderung, Wasserhaltung, Wetterführung und Fahrung, sowie für das Hineinschaffen der beim Bergbaue notwendigen Materialien, Gezähe, Apparate u. s. w.

Erfüllt ein Schacht alle diese Zwecke, oder doch die wichtigsten derselben, so nennt man ihn Hauptschacht, dient er im wesentlichen nur einem der vorgenannten Zwecke, so unterscheidet man Förderschächte, Wasserhaltungsschächte, Wetterschächte u. s. w.

Die Hauptschächte haben Abteilungen, welche nach einem alten bergmännischen Ausdrucke als Trümmen (Einheit: Trumm) bezeichnet werden — Fördertrumm, Kunsttrumm oder Pumpentrumm, Wettertrumm u. s. w.

Die obere Öffnung eines Schachtes, bzw. dessen nächste Umgebung heißt Hängebank. Liegt dieselbe nicht am Tage, so hat man einen blinden Schacht.

Befindet sich die Hängebank nicht an einem Bergabhange, sondern in der Ebene, so muß dieselbe, um Haldensturz zu gewinnen, aufgesattelt, d. h. erhöht werden.

Richtschächte oder seigere Schächte sind solche mit ganz oder nahezu lotrechten Stößen, tonnlägige Schächte diejenigen, welche unter einem steilen Neigungswinkel abgeteuft sind. Schächte mit sehr viel Tonnlage nennt man auch flache Schächte oder Fläche (im Wormrevier: Lauschschächte), gebrochene Schächte solche von verschiedenen Neigungswinkeln. Letztere kommen gewöhnlich bei tonnlägigen Schächten vor, weil dieselben stets auf der Lagerstätte abgeteuft sind und dem verschiedenen Einfallen derselben folgen müssen.

Tiefen der Schächte von 1000 m und darüber haben in Europa bereits mehrere große Steinkohlenwerke erreicht, so in Belgien der Schacht Sainte-Henriette der Werke von Flénu (1200 m), ein Schacht in Mons (1200 m), der Schacht Viviers in Gilly (1143 m) und der Schacht Viernoy in Anderlues (1006 m); in Frankreich der Schacht Eboulet im Département Haute-Saône (1010 m), in Großbritannien zwei Schächte der Steinkohlenwerke von Pendleton und Ashton (Manchester, mit 1027 m und 1059 m Tiefe). Unter den Metallerzgruben finden wir die tiefsten Schächte in Nordamerika, so den Schacht Red Jacket der Calumet- und Hecla-Kupferminen in der Umgebung des Oberen Sees, der eine Tiefe von 1493 m besitzt, und im benachbarten Districte den 1456 m tiefen Tamarack-Schacht. Zu den tiefsten Schächten des Erzbergbaues in Europa zählen die Příbramer Schächte Marie und Adalbert mit 1000 und 1119 m Tiefe; in Australien nimmt in dieser Beziehung die Goldgrube von Bendigo, die ebenfalls mehr als 1000 m Tiefe erreicht hat, den ersten Rang ein.

Bei Salzgitter (Prov. Hannover) ist der Hauptschacht bis 800 m, sodann ein Blindschacht um weitere 275 m abgeteuft. Die Gesteinstemperatur beträgt bei dieser Gesamttiefe von 1075 m 56° C.

**9. Richtschächte und tonnlägige Schächte.** — In früherer Zeit wendete man ausschließlich tonnlägige in den Lagerstätten abgeteuft Schächte an, weil im allgemeinen die ersten Anlagekosten billig waren, denn einmal ersparte man die Ausrichtungsquerschläge vom Schachte nach der Lagerstätte, und außerdem gewann man schon beim Abteufen Erze bzw. Kohlen und lernte beim Gangbergbau die Erzführung des Ganges kennen.

Aus gleichen Gründen wird man bei geringem Kapital für den Anfang immer noch tonnlägige Schächte beibehalten können, aber gleichzeitig darauf Bedacht nehmen müssen, für die tieferen Sohlen einen Richtschacht herzustellen.

Die seigeren Schächte kommen zwar in der ersten Anlage teurer, haben aber für die ganze Dauer des Betriebes überwiegende Vorteile und sind deshalb bei genügendem Kapital den tonnlägigen unter allen Umständen vorzuziehen.

Zunächst erleiden die Schachtstöße im Nebengesteine einen weit geringeren Druck, als bei tonnlägigen Schächten, besonders wenn diese auf Gängen abgeteuft sind, und kann deshalb der Ausbau bei Richtschächten von vornherein schwächer genommen werden, bedarf auch demnächst bei weitem nicht so kostspieliger und häufiger Reparaturen. Ganz besonders aber spricht der Umstand für die Richtschächte, daß man in ihnen die Anlagen für Förderung und Wasserhaltung viel zweckmäßiger und billiger herstellen kann, auch später durch bessere Leistung und geringeren Verschleiß der Seile, Pumpkolben u. s. w. ganz wesentliche Vorteile hat, so daß Richtschächte in der Unterhaltung und im Betriebe sich ungleich billiger stellen, zumal man mit geringerer Schachttiefe dieselbe Abbauhöhe erreicht. Durch alle diese Umstände wird der Nachteil der kostspieligeren Anlage reichlich aufgewogen.

Vorgeschlagene Schächte sind diejenigen Richtschächte, welche im Hangenden einer Lagerstätte angesetzt sind, so daß sie dieselbe erst in einer gewissen Tiefe treffen und von da ab im Liegenden abgeteuft werden.

**10. Querschnittsformen<sup>1)</sup>.** — Man unterscheidet Schächte von rechteckigem, quadratischem und rundem, ferner elliptischem, polygonalem und einem aus vier flachen Bogen zusammengesetzten Querschnitte.

Eckige Schachtformen sind nicht zu umgehen, wenn man für den Ausbau Holz verwenden muß, oder den Schacht tonnlägig in der Lagerstätte abteuft.

---

<sup>1)</sup> Form und Einteilung der seigeren Schächte in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1884, S. 298.

Im letzteren Falle ergibt sich die oblonge Form der Schachtscheibe u. a. schon dadurch, daß man Förder- und Pumpentrumm nebeneinander zu legen hat, weil sowohl die Fördergefäße auf dem Liegenden gleiten müssen, als auch die Führung der Pumpengestänge (Tragrollen) auf demselben am besten anzubringen ist.

Bei seigeren Schächten wendet man, wenn man auf Holzausbau angewiesen ist, besser die quadratische Form an. Man hat dabei die Vorteile, daß bei gleichem Flächeninhalte der Umfang geringer ist als bei rechteckigem Querschnitte, mithin auch weniger Holz gebraucht wird und ferner, daß der Gebirgsdruck sich auf alle Seiten gleichmäßig verteilt.

Schächte mit vier flachen Bogen wurden früher häufig bei der wasserdichten Ausmauerung in dem, das Steinkohlengebirge überlagernden, wasserreichen Mergel Westfalens angewendet, hauptsächlich wohl deshalb, weil sich an diese Form der Holzausbau im Steinkohlengebirge besser anschließen ließ. Seitdem man die Schächte aber auch im letzteren häufig ausmauert, hat man sich bei neuen Anlagen auch im Mergel der runden Schachtform zugewendet.

Runde Schächte haben bei größtem Inhalte des Querschnittes den kleinsten Umfang und bieten sowohl beim Abteufen, als auch beim Ausbau so viele Vorteile, daß man sich ihrer in neuerer Zeit am meisten bedient. In erster Linie erspart man bei ihnen das lästige, zeitraubende und kostspielige Heraushauen der Ecken, erhöht dadurch gleichzeitig die Festigkeit der Schachtstöße und macht den Druck sowohl des Gebirges, als auch (bei wasserdichtem Ausbau) des Wassers, in allen Tiefen der Schachtstöße gleich.

Elliptische Schächte bieten nicht die Vorteile der runden und sind deshalb unzweckmäßig.

Polygonale Schächte entstehen durch verlorene Zimmerung für nachfolgende Mauerung. Außerdem hat die hölzerne Cuvelage (s. d.) dieselbe Form.

**11. Einteilung der Schachtscheibe in Trümmer.** — Bei der Einteilung der Schachtscheibe in Trümmer für die verschiedenen Zwecke (8) hat man besonders folgendes zu berücksichtigen:

- 1) Man muß für jedes Trumm genügende Fläche haben.
- 2) Der Fahrschacht (das Fahrtrumm) soll so liegen, daß man von ihm aus bequem in die übrigen Trümmer gelangen kann.
- 3) Bei starker Förderung muß das Fördertrumm so angebracht sein, daß man sowohl über, als unter Tage die Förderwagen von beiden Seiten aufschieben, bezw. durchschieben kann.
- 4) Das Kunst- (Pumpen- und Wasserhaltungs-) Trumm muß an demjenigen Schachtstoße angebracht werden, welchem die Gesteinsschichten zufallen, weil hier beim Abteufen der Einbruch hergestellt wird und die Pumpen zweckmäßig immer vom tiefsten Punkte aus

ansaugen müssen, wenn die übrige Schachtsohle (das Gesenk) frei von Wasser sein soll.

Für tonnlägige Schächte ist die durch Fig. 218 dargestellte läng-

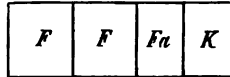


Fig. 218. Einteilung eines rechteckigen Schachtes.

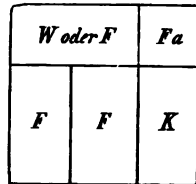


Fig. 219. Einteilung eines quadratischen Schachtes.

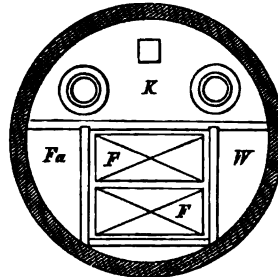


Fig. 220. Dahlbusch I.

liche Form und Einteilung geboten. *F* sind die beiden Fördertrümmen, *Fa* der Fahrschacht, *K* der Kunstschacht. Dieselben Bezeichnungen gelten für die folgenden Beispiele, *W* ist dabei der Wetterschacht.

Bei quadratischer Form empfiehlt sich beispielsweise die Einteilung in Fig. 219. Hat man einen besonderen Wetterschacht, so kann man das betreffende Trümm, was auch vielfach geschieht, ebenfalls zur Förderung (z. B. für eine nahezu abgebaute, oder in Vorrichtung genommene Sohle) benutzen.

Bei runden Schächten ist die Einteilung sehr mannigfach. Die Fig. 220,

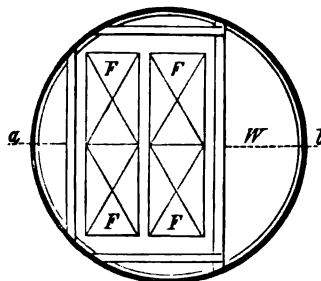


Fig. 221. Dahlbusch III.

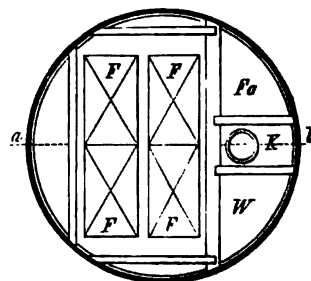


Fig. 222. Dahlbusch IV.

221, 222 stellen diejenigen der Schächte I, III und IV auf Zeche Dahlbusch<sup>1)</sup> dar. In Fig. 220 steht nur ein Förderwagen auf dem Gestelle, in

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, Taf. VIII, Fig. 1, 2, 3.

den beiden übrigen stehen dagegen zwei hintereinander. Will man die Wagen nebeneinander stellen, so hat man in den Fig. 221 und 222 den Schachtscheider nach der Linie *ab* anzubringen.

Andere Einteilungen sind folgende: Schacht II der Zeche Vereinigte

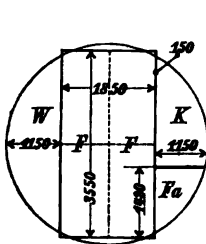


Fig. 223. Konstantin II.

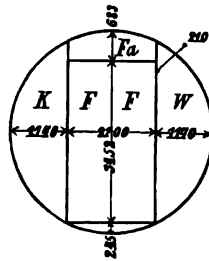


Fig. 224. Hannover III.

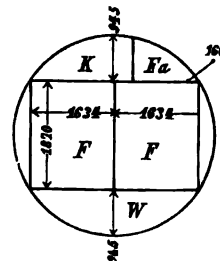


Fig. 225. Unser Fritz.

Konstantin der Große (Fig. 223), Schacht III der Zeche Hannover (Fig. 224), Schacht der Zeche Unser Fritz (Fig. 225), Schacht Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal (Fig. 226).

Schulz<sup>1)</sup> schlägt für Bohrschächte von 3,65 m lichtem Durchmesser

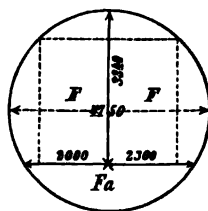
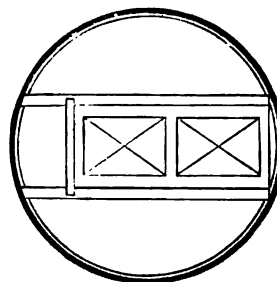
Fig. 226. Schacht  
Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal.

Fig. 227. Einteilung nach Schulz.

außerdem noch die Einteilungen Fig. 227, 228 und 229 vor. Die eingeschriebenen Maße gelten für die lichte Weite des Schachtes und bis zur Mitte der Einstriche.

Endlich sind noch einige Beispiele von Schachtquerschnitten in England zu erwähnen<sup>2)</sup>. Fig. 230 stellt den Förderschacht der Grube Allanshaw mit Holzleitung, Fig. 231 denjenigen von Harris Navigation mit Eisenleitung, Fig. 232 einen Schacht der Grube Hoyland mit Drahtseilleitung dar.

1) A. a. O. Taf. VIII, Fig. 4 u. 6.

2) Exploitation et réglementation des mines à grisou. Paris 1881. Vol. II. Angleterre, S. 89.

12. **Querschnitte der Trümmer.** — Die Querschnitte der Trümmer dürfen nicht größer sein als die Zwecke erfordern, damit der Schacht selbst nicht unnötig weit wird. Am genauesten lassen sich die Dimen-

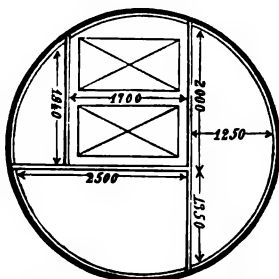


Fig. 228. Einteilung nach Schulz.

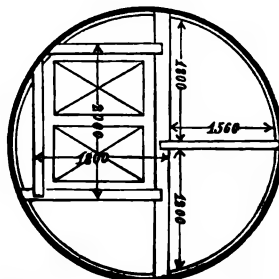


Fig. 229. Einteilung nach Schulz.

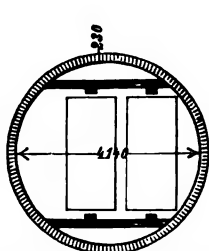


Fig. 230. Förderschacht der Grube Allanshaw.

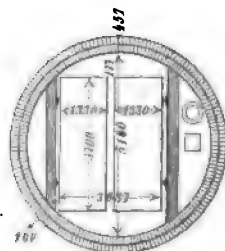


Fig. 231. Förderschacht der Grube Harris Navigation.

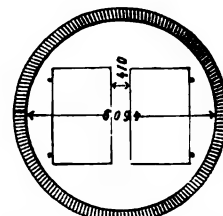


Fig. 232. Förderschacht der Grube Hoyland.

sionen bei einem Schachte mit Gestelleförderung bestimmen, besonders wenn die Größe der Förderwagen feststeht. Rechnet man für die letzteren eine Länge von 1700 mm und eine Breite von 750 mm, wie sie bei einem Inhalte von 500 kg Kohlen in Westfalen vielfach üblich sind, so ergeben sich für die Fördertrümmer, wenn 2 Wagen nebeneinander stehen sollen, folgende Abmessungen in Millimetern:

## a. Breite.

2 Wagen à 750 . . . . .	1500
Spielraum zwischen denselben . . . . .	30
desgleichen zwischen Wagen und Gestelle 2·30 . . . . .	60
Gestellwandung 2·20 . . . . .	40
Spielraum zwischen Gestelle und Schachtscheider 25 . . . . .	25
Spielraum zwischen den Gestellen (ohne Schachtscheider) 40/2 . . . . .	20
Summe	1675·2
	= 3350

b. Länge.	
1 Wagen . . . . .	1700
Spielraum für die Klinken 2·20 . . . . .	40
Stärke derselben 2·15 . . . . .	30
Stärke der Leitschuhe 2·10 . . . . .	20
Spielraum derselben 2·10 . . . . .	20
Stärke der Leitbäume 2·100 . . . . .	200
Summe	2010

Mit diesem Rechtecke von 2010 mm auf 3350 mm, welches man sich zweckmäßig in verjüngtem Maßstabe aus Papier schneidet, kann man die beste Lage für das Fördertrumm innerhalb des kreisförmigen lichten Querschnittes derart ausprobieren, daß möglichst viel nutzbarer Raum für die andern Trümmer übrig bleibt. Dabei ist zu bemerken, daß für den Fahrschacht eine größte Breite von 1 m genügt, daß man den Raum für den Kunstschacht nach der Anzahl und dem Durchmesser der einzubauenden Pumpen nebst Gestänge und den Raum für den Wetterschacht nach dem für die Grube nötigen Wetterquantum zu bestimmen hat. Kommt man dabei auf zu kleine Querschnitte, so tut man besser, einen besonderen Wetterschacht herzustellen.

Auch bei dem Kunsttrumm darf man nicht zu knapp rechnen und muß darauf Rücksicht nehmen, daß man beim Einbau der Pumpen und Gestänge nicht zu sehr behindert ist, sowie daß event. noch Platz für eine zweite Pumpe, oder für Dampf- und Steigrohren einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine bleibt.

Allerdings ist es dabei nicht unbedingt erforderlich, die Weite des Pumpentrummess für die ganze Tiefe des Schachtes nach demjenigen Raume zu bemessen, welchen das Kolbenrohr und die Ventilkästen einer Druckpumpe beanspruchen. Man kann für die letzteren vielmehr, wie z. B. auf Zeche Julius Philipp bei Bochum, eine besondere nischenartige Erweiterung herstellen und braucht für den übrigen Teil des Pumpentrummess nur den nötigen Raum für Gestänge und Steigrohr.

Die Stärke der hölzernen Schachtscheider beträgt nicht leicht unter 150 mm und läßt man sie deshalb zwischen den Körben häufig ganz fort. Auch empfiehlt es sich, der Raumersparnis halber, anstatt der hölzernen Schachtscheider, bez. Einstriche, solche von I-Eisen anzuwenden.

Nach dem oben angegebenen Beispiele lassen sich die Querschnitte für andere Fälle, z. B. wenn nur ein Förderwagen oder deren zwei hintereinander auf dem Korbe stehen, leicht ermitteln.

**13. Zwillingschächte.** — Die Querschnitte der Schächte müssen besonders dann möglichst gering gehalten werden, wenn man, wie z. B. im schwimmenden Gebirge, einen sehr starken Gebirgs- oder Wasserdruck zu erwarten hat, weil die Haltbarkeit und Stärke des Ausbaues wesentlich von der Weite des Schachtes abhängt.



Man verteilt in solchem Falle wohl die Fördertrümmer auf zwei in geringer Entfernung von einander abgeteuft, sogen. Zwillingsschächte, und stellt die Fördermaschinen zwischen ihnen auf.

**14. Wahl des Ansatzpunktes.** — Bei der Wahl des Ansatzpunktes für einen Schacht sind die Verhältnisse sowohl über als unter Tage maßgebend.

In letzterer Hinsicht kommt beim Kohlenbergbau in erster Linie die Lage der Flötze in Betracht. Bilden diese innerhalb des Grubenfeldes eine Mulde, so hat man den Schacht, falls das erste bauwürdige Flötz nicht zu tief liegt, auf die Muldenlinie zu setzen, weil hier für die Ansammlung des Wassers ein tiefster Punkt gegeben ist, ferner weil die Förderung von allen Teilen des Feldes auf geneigten Bahnen zum Schachte gebracht werden kann und endlich, weil der letztere ohne Querschlagsbetrieb beide Muldenflügel löst.

In Bezug auf die Wahl des Ansatzpunktes für den Förderschacht im Streichen der Lagerstätte gilt der Grundsatz, daß die Förderlängen auf beiden Seiten des Schachtes sich umgekehrt verhalten müssen, wie die auf denselben fortzuschaffenden Fördermengen. Bei Flötzen von gleichartiger Beschaffenheit wird der Schacht demnach in die Mitte der Feldeslänge kommen, während man bei Gängen, vorausgesetzt, daß ihre Erzführung durch ältere Arbeiten schon bekannt ist, den Schacht näher bei den reicheren Erzmitteln anlegen muß.

Von großer Wichtigkeit sind für die vorliegende Frage jedoch auch die Verhältnisse über Tage, ganz besonders das Vorhandensein von Fahrstraßen, Eisenbahnen und Kanälen, Wasserkraft u. s. w. Die Möglichkeit einer bequemen und billigen Abfuhr der Produkte ist um so mehr ins Auge zu fassen, je größer und weniger wertvoll in der Einheit das geförderte Produkt ist. Für Kohlengruben haben deshalb diese Verhältnisse eine so hervorragende Bedeutung, daß die Rücksichten auf die Verhältnisse unter Tage sehr häufig ganz oder teilweise zurückstehen müssen.

Je flacher die Flötze einer Kohlengrube liegen, um so mehr geben die Verhältnisse über Tage bei der Entstehung der vorliegenden Frage den Ausschlag.

Ferner hat man bei der Wahl des Schachtpunktes darauf zu sehen, daß kein Wasser vom Tage her eindringen kann. In flacher Ebene erreicht man diesen Zweck schon dadurch, daß man den Schacht auf eine geringe Bodenerhebung setzt.

Aus demselben Grunde darf man einen Schacht nicht in einer Talsohle ansetzen, auch wenn sich in derselben kein fließendes Wasser befinden sollte, am wenigsten aber dann, wenn ein Tal der einzige Ausläufer eines Talkessels oder mehrerer Seitentäler ist. Sollte in diesem Sammelgebiet ein Wolkenbruch oder plötzliches Schmelzen größerer Schnee Massen eintreten, dann können die Wasser in den Schacht fallen und die ganze

Grube der Gefahr des Versaufens aussetzen, wie es bei der Zeche Hasewinkel in Westfalen vorgekommen ist. Dort hat man sich gegen die Wiederholung eines solchen Unfalls durch eine Umwallung geschützt, deren Spitze talaufwärts gerichtet ist.

Endlich können das Vorkommen von Diluvialschichten an der Tagesoberfläche, sowie die Nähe von Flüssen und Teichen, mangelhafter Baugrund u. s. w. Veranlassung sein, einen aus andern Gründen für richtig erkannten Schachtpunkt zu verschieben.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß in jedem einzelnen Falle die maßgebenden Verhältnisse in ihrer Wichtigkeit abzuwägen sind und daß hiernach die Wahl des Schachtpunktes zu treffen ist.

**15. Entfernung der Schächte.** — Im allgemeinen gilt für die Entfernung der Förderschächte eines Grubenfeldes der Grundsatz, daß die Förderlängen nicht zu groß werden dürfen<sup>1)</sup>, nicht allein wegen der hohen Förderkosten, sondern auch, weil in diesem Falle in sehr bedeutenden Streckenlängen der Ausbau erhalten werden muß. Diese Regel läßt sich indes nur befolgen, wenn die Schächte nicht tief und ohne erhebliche Kosten abzuteufen sind. Man ist alsdann in der Lage, durch eine größere Anzahl von Schächten die mittlere Förderlänge abzukürzen.

Erfordert aber die Anlage eines Schachtes große Kosten, so ist es zweckmäßig, die Zahl der Schächte möglichst einzuschränken. Natürlich muß dann die größte Sorgfalt auf eine möglichst vollkommene Einrichtung der Streckenförderung verwendet werden.

**16. Das Abteufen der Schächte.** — Das Abteufen der Schächte erfolgt bei nicht zu wasserreichem, festem Gebirge durch Sprengarbeit, bei festem, sehr wasserreichem Gebirge durch Abbohren, in Schwimmsand durch Getriebearbeit oder Herstellung von Senkschächten, ferner nach dem Verfahren von Poetsch oder endlich nach denjenigen von Haase oder Honigmann (s. d.).

Vor allem ist beim Abteufen darauf zu achten, daß die Seiten der Schachtquerschnitte an jeder Stelle des Schachtes einander parallel sind und ferner, daß das vorgeschriebene Einfallen des Schachtes genau eingehalten wird. Dies wird durch Abloten geprüft und zwar bei runden Schächten durch ein Lot in der Mitte. Bei eckigen Richtschächten werden die Lote derart nahe den Ecken aufgehängt, daß sie nicht anliegen, bei tonnlägigen Schächten muß sich die für 1 m vorgeschriebene Tonnlage durch ein Horizontalmaß zwischen dem Lote und dem Vorderholze der Jöcher ergeben.

Geschieht das Abteufen der Schächte durch Sprengarbeit, so schießt man den Einbruch bei flacher Lagerung in der Mitte — falls nicht etwaige Schlechten andere Stellen als zweckmäßiger erscheinen lassen, — sonst unter dem Kunsttrum.

1) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8, S. 130.

Der Einbruch muß immer möglichst tief gehalten werden, damit man der Schachtsohle ein strossenartiges Ansehen geben kann, welches nicht allein für die bessere Wirkung der Bohrlöcher, sondern auch deshalb wichtig ist, weil man dabei die größte Anzahl der Arbeiter zweckmäßig anstellen kann. Am besten erreicht man einen tiefen Einbruch dadurch, daß man 3 bis 4 konvergierende Bohrlöcher herstellt und gleichzeitig abschießt.

**17. Abteufen bei gleichzeitiger Förderung.** — Besonders beim Steinkohlenbergbau ist es häufig nötig, den Förderschacht abzuteufen, während die Förderung nicht unterbrochen werden darf. Der Schutz der im Schachte befindlichen Arbeiter gegen die Folge etwaiger Seilbrüche wird auf verschiedene Weise erreicht.

In Saarbrücken teufte man in einiger Entfernung vom Förderschachte einen blinden Hilfsschacht 10 bis 12 m tief ab, unterfuhr von hier aus den Schacht und brachte nunmehr auch diesen nieder. Das stehen gebliebene feste Mittel wurde zuletzt weggenommen<sup>1)</sup>.

Ist das Fahrtrumm geräumig genug, so teuft man auch wohl dieses allein ab, erweitert bei 8 bis 10 m Tiefe den Schacht bis auf seinen richtigen Querschnitt und verfährt darauf wie im ersten Falle.

Da bei dem Stehenlassen von Bergfesten unter dem Förderschachte die Förderung der beim Abteufen gewonnenen Massen mit zwei Haspeln geschehen muß, was kostspielig ist, so verschließt man auch wohl nur das eine Fördertrumm durch eine Bergfeste oder eine starke, mit einem 1½ m dicken Polster von Faschinen oder alten Drahtseilen bedeckte Schutzbühne, das andere Fördertrumm dagegen mit einer auf Rädern laufenden und gleichfalls mit einem Polster bedeckten Schiebebühne, so daß die Bergeförderung durch die Fördermaschine besorgt werden kann<sup>2)</sup>.

Die Wasserhaltung wird bei derartigem Abteufen am besten dadurch erspart, daß man den Förderschacht von einem nahe gelegenen Wasserhaltungsschachte aus unterfährt und abbohrt, wodurch man gleichzeitig für Wetterlosung sorgt.

Auch empfiehlt es sich in solchem Falle sehr, den Förderschacht nicht abzuteufen, sondern mittels Überbrechen herzustellen, wie es, ähnlich dem Verfahren von Godin und Demanet<sup>3)</sup>, im Jahre 1865 im Königin-Marien-Schachte bei Clausthal und im Jahre 1872 auf Ver. Mathildengrube in Oberschlesien<sup>4)</sup> bis über 50 m Höhe, außerdem auch bei mehreren westfälischen Gruben<sup>5)</sup> in Anwendung gekommen ist.

1) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 162; Bd. 8A, S. 177.

2) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2A, S. 355; 1889, Bd. 37, S. 221.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871, S. 43. — Glückauf. Essen 1870, Nr. 51. — Annales des Mines. Paris, t. 18, S. 389.

4) Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 389.

5) Ebenda 1872, Bd. 20, S. 358.

Man stellt dabei in zwei diagonal gegenüber liegenden Ecken durch Schrotholz Rollen her, von denen die eine zur Fahrt eingerichtet wird, während die andere zum Abstürzen der überflüssigen Berge dient. Der übrige Raum wird mit Bergen gefüllt, auf welchen die Häuer bei der Arbeit bequem stehen können. Die untere Mündung der Rollen befindet sich in der Firste der Unterfahrungsstrecke.

Dieselbe Einrichtung für ein Überbrechen von runder Form zeigen die Fig. 233 und 234<sup>1)</sup>. In Ermangelung zuverlässiger Markscheiderangaben dient das Bohrloch zum Anhalten. Da aber auch dieses von der senkrechten Richtung abgewichen sein könnte, so empfiehlt es sich, das Überbrechen in geringeren Dimensionen zu halten. Ist der Durchschlag erfolgt, dann werden von oben nach unten die stehengebliebenen Stöße nachgeschossen, das Gebirge abgestürzt und der Ausbau eingebracht.

**18. Beschleunigung des Schachtabteufens.** — Die Beschleunigung des Schachtabteufens geschieht im unverritzten Gebirge:

- 1) durch Anwendung des Maschinenbohrens,
- 2) durch Anbringen einer genügenden Anzahl von Arbeitern,
- 3) durch kurze Schichten und Entbindung der Häuer von allen Nebenarbeiten. (Vergl. II. 6, 7.)

Wo der Schacht in mehreren Sohlen unterfahren werden kann, ist eine bedeutende Beschleunigung noch dadurch zu erzielen, daß er an möglichst vielen Punkten gleichzeitig durch Abteufen und Überbrechen in Angriff genommen wird.

Auf diese Weise ist u. a. der Silbersegener Richtschacht bei Clausthal an 14 Stellen, der Medingschacht an 9 Stellen (1 Abteufen,

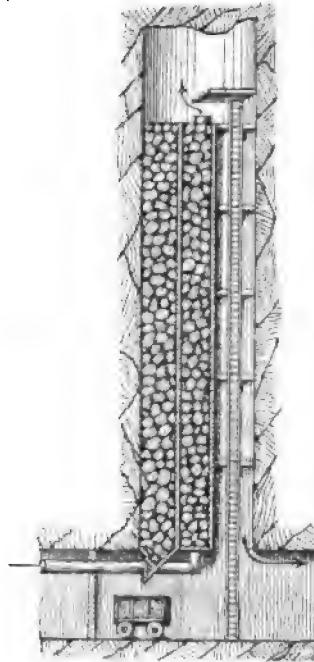
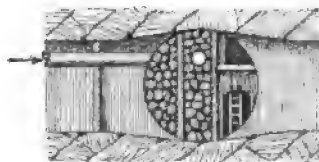


Fig. 233.

Fig. 234.  
Überbrechen mit Bergefüllung.

1) Hâton de la Goupillière, Cours d'expl. des mines. tome I, S. 402, Paris 1892.

4 Abteufen und Überbrechen) in Angriff genommen und letzterer dabei in  $2\frac{1}{2}$  Jahren auf 260 m Tiefe gebracht<sup>1)</sup>. Auch der Königin-Marienschacht ist auf dieselbe Weise hergestellt.

**19. Leistungen beim Schachtabteufen.** — Auf Zeche Erin bei Castrop (Westfalen) hat man zwei runde Schächte von 4,42 m Durchmesser in trockenen Kreidemergeln abgeteuft und dabei durchschnittlich im Monat 26 m einschl. Cuvelage bezw. Mauerwerk fertiggestellt.

Der Schacht Julia in Herne (Westfalen) ist bei 3 m Durchmesser in  $1\frac{1}{2}$  Jahren auf 260 m Tiefe niedergebracht.

Auf Zeche Hansa bei Dortmund wurden bei 1,2 bis 1,5 cbm Wasserzuflüssen in der Minute und bei einem Durchmesser von 4,42 m monatlich etwa 12 m, im Oeynhausenschachte bei Ibbenbüren bei wenig Wasser und günstigen Umständen, sowie bei demselben Durchmesser monatlich 14 m, bei viel Wasser und festem Konglomerate dagegen nur 2 bis 3 m abgeteuft.

Auch auf dem Schachte Kaiser Wilhelm II. bei Claustal wurden mit Hilfe einer Bohrmaschine monatlich 12 bis 14 m abgeteuft, welcher Erfolg zum großen Teile dem schnellen Einbringen des eisernen Ausbaues mit Hilfe einer fliegenden Bühne zuzuschreiben ist.

**20. Schachtabteufen mit Diamantbohrern.** — Das Abteufen der Schächte mit Diamantbohrern ist durch den Ingenieur Pleasants in Pennsylvanien, später in England und auf der Königin-Louisengrube in Oberschlesien, auf letzterer jedoch nicht mit günstigem Erfolge, in Anwendung gebracht. Das Verfahren ist im allgemeinen folgendes<sup>2)</sup>:

Auf einer viereckigen oder runden Schachtscheibe werden mit Diamantbohrmaschinen eine größere Anzahl (30 bis 40) 45 mm weite Bohrlöcher in regelmäßigen Abständen bis auf eine Tiefe von z. B. 50 m niedergebracht und mit losem Sande gefüllt, darauf die Bohrlöcher, nachdem man den Sand 1 m tief entfernt hat, besetzt und zunächst die mittleren Löcher, sodann die übrigen mittels elektrischer Zündung weggetan.

Das Abbohren kann zur Beschleunigung mit mehreren (bis 10) Bohrmaschinen geschehen und damit bei einer täglichen Leistung von 10 m für jede Maschine in 6 bis 8 Wochen vollendet sein.

In der Praxis hat sich jedoch u. a. gezeigt, daß die Bohrlöcher nicht genau lotrecht bleiben, sondern sich vielfach durchkreuzen. Dadurch werden nicht allein Störungen beim Abbohren, sondern auch beim Sprengen veranlaßt.

1) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 463.

2) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 476. — Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 286, 289. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874, S. 77. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1874, S. 121. — The Engineering and Mining Journal. New York, Vol. 18, S. 19. — The Mining Journal. London, Vol. 44, S. 575. — Zeitschr. f. Baukunde Bd. VI, S. 178.

### 3. Kapitel.

#### Maßregeln zur Sicherung der Baue gegen Wasserdurchbruch.

**21. Vorbohren.** — Beim Vorhandensein alter Baue, deren Lage nicht genau bekannt ist, muß mit der größten Vorsicht vorgegangen werden. Die Lage muß zuvor durch neue und zuverlässige markscheiderische Aufnahmen festgestellt und sodann erst durch Vorbohren versucht werden, eine Lösung der alten Baue herbeizuführen (vergl. I. 71).

Im Sutrostollen bohrte man mit Diamanten 30 m weit vor und löste damit einen Schacht, welcher 250 m hoch mit Wasser gefüllt war<sup>1)</sup>. Vergl. I. Abschn. 77, 78.

**22. Sicherheitspfeiler<sup>2)</sup>.** — Um vor Wasserdurchbrüchen aus benachbarten, verlassenen Gruben geschützt zu sein, sind in den meisten Bergrevieren Sicherheitspfeiler an den Markscheiden angeordnet, welche auf jeder Seite der Markscheide 20 m betragen müssen. Gruben, welche sich zu einer gemeinschaftlichen Wasserhaltung geeinigt haben, bedürfen dieser Sicherheitspfeiler nicht.

Ebenso muß man gegen auflagerndes, wasserreiches Gebirge Sicherheitspfeiler von gleicher Stärke stehen lassen.

(Über Sicherheitspfeiler zum Schutze der Gegenstände auf der Tagesoberfläche vergl. 32.)

---

### 4. Kapitel.

#### Aus- und Vorrichtung.

**23. Ausrichtung flachliegender Lager und Flötze.** — Die Ausrichtung flachliegender Lager und Flötze geschieht durch Tiefbauschächte. Ist die Lagerstätte erreicht, so erfolgt sofort die Vorrichtung, demnächst der Abbau und darauf das weitere Abteufen des Schachtes bis zum nächsten Flötz. Unter solchen, in England gewöhnlichen, auf dem europäischen Kontinent aber selten vorliegenden Umständen, ist man in der günstigen Lage, wenig oder gar keine Arbeiten im Nebengesteine vornehmen zu müssen.

**24. Ausrichtung steil einfallender Lagerstätten. Sohlenbildung.** — Im allgemeinen ist es für die Zwecke des Abbaues, der Förderung und Wetter-

---

1) The Engineering and Mining Journal. New York, Vol. 19, S. 385.

2) Preuß. Zeitschr. 1867, Bd. 15, S. 73.

versorgung nötig, eine Lagerstätte mittelst der Vorrichtungsarbeiten in Abschnitte von gewisser Größe zu teilen. Steil einfallende Lagerstätten werden zunächst in horizontale Abschnitte geteilt, deren untere Begrenzung man Sohle nennt.

Bei der Ausrichtung durch Stollen werden diese Sohlenbildungen erreicht, indem mehrere Stollen untereinander zu liegen kommen, bei seigeren Tiefbauschächten in ähnlicher Weise durch Querschläge (Schacht-, Haupt- oder Ausrichtungsquerschläge, im Gegensatz zu den später zu erwähnenden Abteilungsquerschlägen), mit denen man vom Schachte aus die Lagerstätte anfährt. Da diese Querschläge beim späteren Abbau durch Sicherheitspfeiler geschont werden müssen, empfiehlt es sich sie untereinander zu legen.

Bei Vorhandensein einer größeren Anzahl von Flötzen gehen diese Querschläge vom Schachte aus bis an die Markscheiden, und zwar nach der einen Seite ins Liegende, nach der andern ins Hangende der Flötze.

Vom Querschlage aus werden in den bauwürdigen Flötzen zunächst streichende Strecken, die sogen. Grundstrecken oder Sohlenstrecken aufgefahren, welche unter sich in angemessener Entfernung wiederum durch Abteilungsquerschläge (s. o.) verbunden werden.

Beim Gangbergbau haben die Schachtquerschläge mit dem Anfahren des Ganges ihr Ende erreicht, sofern man nicht mit mehreren Gängen zu tun hat. Im Gange führt man Sohlenstrecken auf, welche in Sachsen Gezeugstrecken, am Harz Feldortstrecken, in Österreich Läufe genannt werden.

Bei tonnlägigen, auf der Lagerstätte abgeteufte Schächten setzt man die Sohlenstrecken direkt am Schachte an und bedarf der Ausrichtungsquerschläge wiederum nur beim Vorhandensein mehrerer Gänge.

Beim Ansetzen der oberen Sohle hat man darauf zu sehen, daß sie tief genug unter etwaigen wasserführenden Stollen, wasserreichen, überlagernden Gebirgsschichten, sowie unter der Tagesoberfläche bleibt, damit man nicht durch Brüche das obere Wasser in die Grubenbaue zieht. In solchen Fällen wird über der ersten Sohle gar nicht abgebaut, sie dient vielmehr als obere sichere Begrenzung für den von unten kommenden Abbau. Da die obere Sohle für diesen Zweck offen erhalten werden muß, so dient sie gleichzeitig als Wetterstrecke. Erst unterhalb der Wetterstrecke beginnt die Numerierung der Tiefbausohlen (1., 2., 3. u. s. w. Tiefbausohle).

**25. Sohlenabstände und deren Bestimmung<sup>1)</sup>.** — Die Abstände der Tiefbausohlen können seiger oder flach, d. h. nach der Fallungslinie, gemessen werden und fallen im letzteren Falle mit dem Begriffe Abbauhöhe oder Höhe der Bauabteilung zusammen.

1) A. von Groddeck in Berg- u. Hüttenm. Zeitung. Leipzig 1865, Nr. 23 und 14.

Bei der Ausrichtung von Tiefbauschächten aus wird lediglich der seigere Abstand der Schachtquerschläge, bei tonnlägigen Schächten gewöhnlich der flache Abstand der Sohlenstrecken angegeben.

Die Sohlenbildung ist mit den Anforderungen eines regelrechten und dabei billigen Betriebes in Einklang zu bringen, und wenn die Sohlenabstände auch in den einzelnen Bergwerksrevieren sehr verschieden ausfallen, so sind sie doch überall den örtlichen Verhältnissen angepaßt und unter denselben Umständen auch gleich. So hat man in Sachsen jetzt 80 m (früher 40 m), am Harz früher ausschließlich 30 m, jetzt häufiger 40 m und auf Grube Ring und Silberschnur, wo das Erzmittel 240 m vom Schachte entfernt lag, 80 m Sohlenstand.

In Westfalen betragen die seigeren Abstände der Tiefbausohlen bei mittlerem Fallwinkel 75 bis 80 m, bei flachem Einfallen 25 bis 30 m. Abstände von 100 m kommen selten vor. Man sucht hier im allgemeinen die Sohlen so tief zu legen, daß die über ihnen anstehenden Kohlen in jeder Bauabteilung in etwa fünf Jahren abzubauen sind. Bei längerer Dauer würde das Offenerhalten der Bremsberge und der übrigen Strecken zu kostspielig werden.

In Saarbrücken<sup>1)</sup> betragen die Sohlenabstände auf den östlichen Fettkohlengruben, entsprechend dem größeren Kohlenreichtum, nur 55 m, während man sie in den flötzärmeren und flach gelagerten Gebieten der westlichen Flammkohlengruben größer genommen hat, nämlich auf den Gruben:

Friedrichstal	zu . . . . .	75 m
Albertschacht (Serlo)	- . . . . .	100 -
Burbachstollen	- . . . . .	104 -
Gerhard	- . . . . .	158 -

Betreffs der Berechnung für die Abbauhöhe wird einfach der feste kubische Inhalt des Abbaufeldes als Förderkohle betrachtet (1 cbm = 10 hl = 1 t). Denn wenn auch nach älteren Ermittlungen 1 Quadratlachter Kohle für jeden Zoll Mächtigkeit  $2\frac{1}{2}$  Scheffel schüttet und damit eine Volumvermehrung von 20% stattfindet, so müssen andererseits der Sicherheit wegen 20% als Abbauverlust wieder in Abzug gebracht werden.

**26. Sohlenbildung von unten nach oben<sup>2)</sup>.** — Unter gewissen Umständen kann es vorteilhaft sein, daß man zunächst bis zum tiefsten Punkte abteuft, hier die erste Sohle anlegt, und nun nach oben hin, unter Bildung von neuen Sohlen nach dem Abbau der vorhergehenden, die Lagerstätten abbaut. Dieses Vorgehen würde folgende Vorteile bieten:

Zunächst würden die Maschinenkräfte, so lange sie neu sind, auf ihre größte Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen, bei zunehmender

1) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 3.

2) Lottner in Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 285.



Abnutzung aber entlastet werden, während es bei der jetzt üblichen Art der Sohlenbildung von oben nach unten umgekehrt ist.

Sodann brauchte man nur ein Minimum von Streckenausbau, während man andernfalls viele Sohlenstrecken nur deshalb offen erhalten muß, um die von ihnen dem Schachte zugeführten Wasser nicht tiefer fallen zu lassen, was trotz aller Vorsicht nie ganz zu verhüten sein wird. Dem Schachttiefsten wird mit dem Vorrücken des Abbaues gewöhnlich immer mehr Wasser zugeführt, während man bei der Sohlenbildung von unten nach oben stets geschlossenes Gebirge über sich, deshalb aber auch bei der größten Wasserhebungstiefe die geringsten Zuflüsse hat.

Trotz dieser Vorteile wird die Sohlenbildung von unten nach oben nur selten anzuwenden sein [nach Lottner<sup>1)</sup> ist es in Westfalen nur einmal und zwar auf Zeche Glückauf Tiefbau geschehen]. Zunächst muß der tiefste Punkt, bis zu welchem der Schacht abzuteufen ist, bzw. von welchem aus Sohlenbildung und Abbau vergenommen werden sollen, gegeben sein, sei es durch Lagerungsverhältnisse (geschlossene Mulde), sei es durch die Art der Verleihung (z. B. zwei in dem Muldentiefsten zusammenstoßende Längfelder) u. s. w.

Sodann muß von vornherein ein großes Anlagekapital vorhanden sein, auf einen Ertrag durch Förderung jedoch lange Zeit verzichtet werden können, was beides selten der Fall sein wird, zumal der Zinsverlust mit berücksichtigt werden muß.

**27. Betrieb der Vorrichtungstrecken.** — Bei dem Betriebe streichen-der Vorrichtungstrecken (Sohlen-, Abbau-, Wetterstrecken) gelten folgende Regeln:

Vor allem müssen sämtliche Strecken in möglichst gerader Richtung und mit regelmäßigem Neigungswinkel der Sohle getrieben werden. Verstöße hiergegen erschweren die Förderung und veranlassen hohe Förderkosten.

Wenig mächtige, steil einfallende Lagerstätten nimmt man beim Betriebe der Strecken in die Mitte des Ortes, wenn die Festigkeit des hangenden und liegenden Nebengesteins gleich ist. Einerseits kann alsdann die Strecke bei geringen Schwankungen im Streichen der Lagerstätte gerade bleiben, andererseits findet man auf diese Weise bei Erzgängen etwa abzweigende Trümmer.

Die beim Nachreißen des Nebengesteins in Abbaustrecken gewonnenen Berge müssen besonders beim Kohlenbergbau ohne weiten Transport, also unmittelbar vor Ort versetzt werden können. Der nötige Raum hierzu ist durch Aushauen von Kohle herzustellen.

Gewöhnlich schafft man den Raum für die Berge durch Verbreitern des Ortes nach der Fallungslinie, wie in Fig. 235 und 236 bei flachem Fallen, während man bei steilerem Fallen, je nachdem eine Wasserseige

1) Lottner in Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 285.

erforderlich ist oder nicht, in der durch die Fig. 237 und 238 angedeuteten Weise vorgehen kann. Größere Unregelmäßigkeiten im Streichen des Flötzes werden im Interesse der Förderung und Wetterführung durch Nachreißen des Nebengesteins ausgeglichen.

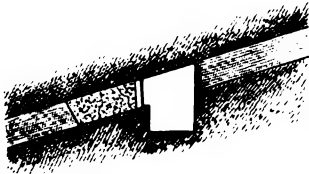


Fig. 235. Abbaustrecke mit Bergeversatz.

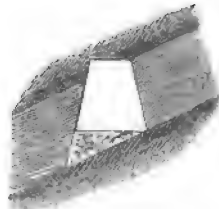


Fig. 236. Abbaustrecke mit Bergeversatz.

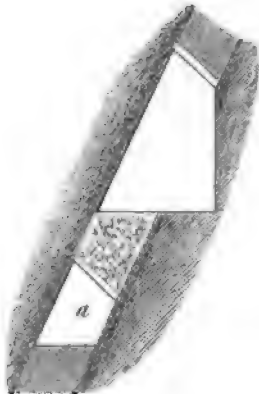


Fig. 237. Abbaustrecke mit Bergeversatz.

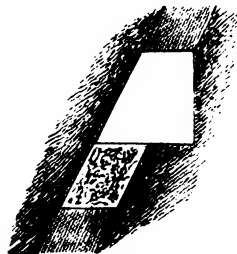


Fig. 238. Abbaustrecke mit Bergeversatz.

Bei sehr mächtigen Lagerstätten werden die Strecken gewöhnlich nahe an das Liegende, seltener an das Hangende gelegt, mitunter geht man auch auf beiderlei Weise gleichzeitig vor, wie in den stockförmigen Flötzen Frankreichs<sup>1)</sup>.

Ist dabei das Aufquellen der Sohle zu befürchten, so baut man auf dem Liegenden etwas Kohle an, wie es vielfach in Braunkohlenflötzen geschieht.

Ist die Ausfüllung der Lagerstätte sehr hart, so legt man die Sohlenstrecken halb in das Nebengestein, um in demselben leichter Einbruch schießen und zugleich die Begrenzung der Lagerstätte verfolgen zu können.

Weiteres über Vorrichtung und die dazu nötigen Strecken wird bei den einzelnen Abbaumethoden erwähnt werden.

1) Preuß. Zeitschr. 1864, Bd. 12, Taf. VII.

**28. Unterwerksbau.** — Unterwerksbau ist diejenige Abbaumethode, bei welcher man von einer Sohlenstrecke aus dem Einfallen der Lagerstätte nach vorgeht und von unten nach oben abbaut.

Dieses Verfahren kann unter manchen Umständen sehr empfehlenswert sein und kommt besonders häufig bei flach einfallenden Flötzen und kleinen Mulden in Anwendung, wenn man die Kosten für ein weiteres Abteufen des Schachtes und für einen langen Ausrichtungsquerschlag gänzlich ersparen oder an Zeit gewinnen will. Würde ein solcher tiefer liegender Flötzteil lediglich mit einem liegenden Querschlage ausgerichtet, so müßte man erst aufwärts vorrichten und könnte mit dem Abbau nicht eher beginnen, als bis die obersten, also die letzten Strecken genügend weit fortgebracht wären.

Bei Anwendung des Unterwerksbaues läßt sich aber das Feld während des Querschlagsbetriebes soweit vorrichten, daß man, sobald mit dem letzteren das Flötz erreicht und der Durchschlag mit einer einfallend getriebenen Strecke gemacht ist, sofort mit dem Abbau der Pfeiler beginnen kann.

Auch in Braunkohlengruben kann man mit Vorteil Unterwerksbau anwenden, wenn man tiefer ins Einfallen hinabgehende Flötzteile abbauen will, ohne einen neuen Schacht in Schwimmsand abteufen zu müssen.

Die Vorrichtung erfolgt bei Unterwerksbau am besten mit flachen Schächten, bezw. solchen Strecken, welche in der Fallungslinie der Lagerstätte getrieben sind. Als Fördermaschinen dienen Haspel mit Vorgelege, sowie Lufthaspel, elektrische und hydraulische Maschinen. Die letzteren sind insofern vorteilhafter, als die Übertragung der Kraft durch Wasser oder Elektrizität mit weniger Verlusten verbunden ist, als diejenige mit Preßluft.

Ist die einfallende Strecke in der Nähe des Schachtes angesetzt, dann erfolgt die Förderung auch wohl in der Weise, daß die Seile einer über Tage aufgestellten Fördermaschine in den Schacht und durch Rollen in die einfallende Strecke hineingeführt werden.

Für die Wasserhaltung lassen sich, wenn ein tieferer Schacht in der Nähe ist, mit großem Vorteil Heber anwenden, wie es u. a. auf Ver. Mathildengrube in Oberschlesien geschehen ist. Selbstverständlich darf dabei die seigere Saughöhe 9 bis 10 m nicht übersteigen.

---

## 5. Kapitel.

### Abbau.

29. **Allgemeines.** — Der Abbau der Lagerstätten erfolgt, nachdem durch die Vorrichtung gewisse Teile der Lagerstätte, zunächst die durch die Sohlenstrecken gebildeten, in kleinere zum Abbau geeignete Felder zerlegt sind.

Die Abbaumethoden selbst sind wesentlich verschieden je nach der Art und Weise, wie die Vorrichtung zwischen den Sohlenstrecken geschah. Hierüber wird bei jeder Abbaumethode das Nähere besprochen werden.

Im allgemeinen ist der Abbau nach Maßgabe der verlangten Förderung auf möglichst wenig Bauabteilungen zusammen zu drängen. Dies bietet mehrere Vorteile. Zunächst ist die Beaufsichtigung leichter und billiger, sodann wird an Schienenwegen gespart. Weil ferner der Abbau dabei rasch beendet ist, so kann man die Vorrichtungsstrecken früher abwerfen und braucht deshalb weniger Kosten auf die Erhaltung des Ausbaues derselben zu verwenden, was besonders für die Bremsberge bei druckhaftem Hangenden wichtig ist.

Beim Steinkohlenbergbau kommen noch die Rücksichten auf eine gute Wetterführung, sowie auf das Verhüten des Austrocknens und der Entgasung der Kohle hinzu, weil diese sonst für die Koksfabrikation minderwertig wird.

Endlich muß der Abbau so geführt werden, daß so wenig als möglich von den nutzbaren Mineralien verloren geht und daß die Gefahr für das Leben und die Gesundheit der Arbeiter, sowie unter Umständen auch für die Tagesoberfläche sich auf das geringste Maß beschränkt.

Eine Abbauweise, bei welcher nur der augenblicklich größte Nutzen, ohne Rücksicht auf dessen Nachhaltigkeit, erstrebt wird, heißt Raubbau.

30. **Einteilung der Abbaumethoden.** — Die wichtigsten Methoden zum Abbau der Lagerstätten nutzbarer Fossilien lassen sich in zwei Hauptklassen einteilen, nämlich in solche mit und in solche ohne Bergeversatz.

Der Abbau mit Bergeversatz muß angewendet werden, wenn man entweder die Berge braucht, um darauf stehen zu können, oder wenn Berge, welche beim Abbau gewonnen werden, unterzubringen sind. Das erstere ist stets bei steil einfallenden Lagerstätten von großer Mächtigkeit, z. B. bei Gängen, das letztere bei Lagerstätten von flachem Einfallen und geringer Mächtigkeit der Fall. Bei steil einfallenden Lagerstätten tritt noch die Notwendigkeit hinzu, das Einbrechen des Hangenden zu verhüten.

Außerdem kann der Abbau mit Bergeversatz in Anwendung kommen, wenn man das Zusammenbrechen der abgebauten Räume und damit Beschädigungen von Gegenständen über Tage verhüten will.

Auf Gräfin Lauragrube in Oberschlesien brauchte man zum Ausfüllen von 1 cbm Hohlraum 1,24 cbm lose Schlacke, vergl. 43. Im allgemeinen nimmt man, wenn anstehende Massen gelöst und als Versatzmaterial verwendet werden, bei mildem Gebirge eine 1,5-fache, bei festem eine 2,5-fache Volumvermehrung an<sup>1)</sup>.

Ohne Bergeversatz werden im allgemeinen mächtige, flach liegende und ferner solche steil einfallende Lagerstätten von geringer Mächtigkeit abgebaut, welche keine Füllberge liefern.

Danach ergibt sich folgende Einteilung der nachstehend zu besprechenden Abbaumethoden:

- 1) Mit Bergeversatz.
  - a. Strossenbau.
  - b. Firstenbau.
  - c. Querbau.
  - d. Strebbau.
  - e. Strebbau mit Pfeilern.
  - f. Weitungsbau mit Bergeversatz.
- 2) Ohne Bergeversatz.
  - a. Pfeilerbau.
  - b. Stockwerksbau.
  - c. Weitungsbau ohne Bergeversatz.
  - d. Sinkwerksbau.
  - e. Kammerbau.
  - f. Bruchbau.

Daran reihen sich, teilweise als Übergänge zum Tagebau:

- 3) Besondere Abbaumethoden.
  - a. Tummelbau.
  - b. Kühlenbau.
  - c. Duckelbau.
  - d. Abbau von Butzen.

**31. Einfluß des Abbaues auf die Tagesoberfläche<sup>2)</sup>.** — Die Wirkungen des Einbrechens solcher Grubenräume, welche durch Abbau hergestellt werden, auf die Tagesoberfläche, machen sich nach Verlauf einiger

1) Vergl. Aug. Jäger, Betrieb des deutschen Eisensteinbergbaues. Separat-  
abdruck aus »Stahl und Eisen«. 4. Jahrg., Heft 9, 10, 11, 1884, S. 5.

2) Preuß. Zeitschr. 1867, Bd. 15, S. 73; 1872, Bd. 20, S. 359; 1897, Bd. 45,  
S. 372. — Nasse, ebenda 1885, Bd. 33, S. 57. — Berggeist 1868, Nr. 78. — Glück-  
auf 1867, Nr. 21. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1872, Nr. 40.

Monate oder längstens im Laufe der ersten zwei Jahre nach erfolgtem Abbau bemerklich. Bei weniger als 250 m Teufe hört nach Nasse<sup>1)</sup> die Bewegung der oberen Gebirgsschichten schon zwei Jahre nach beendetem Abbau auf.

Das Maß der Senkung infolge des Abbaues ist zunächst davon abhängig, ob mit Bergeversatz abgebaut wird oder nicht. Im ersteren Falle wird der Bergeversatz, wenn er gut und vollständig ausgeführt ist, durch den eintretenden Gebirgsdruck auf höchstens 30% seines Volums zusammengedrückt<sup>2)</sup> und pflanzt sich die Senkung in demselben Maße bis zur Tagesoberfläche fort. Ist dabei der Abbau ein vollständiger, wie beim Strebbau, so findet die Senkung der Tagesoberfläche gleichmäßig statt und es werden z. B. Gebäude kaum von diesen Einwirkungen beschädigt. Bleiben jedoch innerhalb des Baufeldes einzelne Pfeiler stehen, so bilden sich über Tage hervorstehende Grate oder Rücken, an deren Abhängen die Beschädigungen ebenso erheblich größer sind, als am Rande eines Tagebruchfeldes im Vergleich zum Innern desselben.

Auch bei Abbau ohne Bergeversatz, z. B. beim Pfeilerbau, wird die Senkung der Tagesoberfläche nur in dem Falle gleich der Mächtigkeit eines (flach liegenden) Flötzes sein, wenn das Hangende, wie vielfach bei Braunkohlenflötzen, aus jüngeren sandigen oder tonigen Massen besteht. Befinden sich dagegen im Hangenden des Flötzes mächtige Sandsteinmassen, so brechen die nächsten Schichten herein und füllen den Hohlraum nach dem Schüttungsverhältnisse, während sich die oberen Gesteinschichten unter Umständen, z. B. bei größerer Tiefe des Abbaues, wohl senken, sich aber nur durchbiegen, ohne einzubrechen, weil sie auf den gebrochenen Massen eine Auflage finden.

Bei einem Versuche im Wahlschieder Flötz (1,10 bis 1,30 m) der Grube Kronprinz bei Saarbrücken betrug die Senkung an der Tagesoberfläche bei 170 m Tiefe, 12° Einfallen und Pfeilerbau 0,35 m, bei Strebbau mit Bergeversatz 0,06 m.

Werden diluviale Lehm- und Sandschichten durch Grubenbau nur abgetrocknet, so können Senkungen an der Tagesoberfläche nicht entstehen, denn die kleinsten Teilchen haben sich bei der Ablagerung in nassem Zustande in denkbar dichtester Form abgesetzt und sie behalten diese dichte Packung bei der Wasserentziehung unverändert bei<sup>3)</sup>, vorausgesetzt, daß ihnen dabei keine festen Bestandteile, wie feiner Sand und Thon (Schlämmen der Brüche in Braunkohlengruben) entzogen werden.

Die Annahme von Fayol<sup>4)</sup>, daß ein sogenanntes Totlaufen der Ein-

1) A. a. O. S. 88.

2) Glückauf 1902, S. 1149.

3) Bernhardt in der Zeitschr. des Oberschles. Vereins, Augustheft 1899 und Graeff in Glückauf. Essen 1901, S. 601.

4) Bulletin de la société de l'ind. min. 1885, S. 856.

wirkung des Abbaues nach oben hin stattfindet, trifft nach den bisherigen Erfahrungen beim westfälischen Bergbau<sup>1)</sup> nicht zu, besonders nicht bei großer Abbaufäche. Auch bei einer Auflockerung des Gebirges in den untersten Schichten des Hangenden wird sich das übrige als Ganzes, als eine kompakte Masse senken, woraus zu folgern ist, daß aus jeglicher Teufe Bodensenkungen als Folge des Abbaues eintreten und daß diese um so stärker sein werden, je flacher die abgebaute Lagerstätte einfällt.

Die Größe der Senkung beträgt beim westfälischen Kohlenbergbau in der Regel nicht über 50%, beim Abbau mit Bergeversatz wird diese Zahl annähernd nur bei flacher Lagerung der Flötze erreicht werden. Je steiler das Flötzfallen ist, um so sicherer wird Bergeversatz gegen Bodensenkungen schützen.

Hat man die von einem zukünftigen Bergbau zu erwartende Senkung zu ermitteln, so wird man, um sicher zu gehen, die Tiefe, in welcher der Abbau geführt wird, unberücksichtigt lassen und die Dumontsche Formel<sup>2)</sup> ( $s = m \cos \alpha$ , d. h. Senkung gleich dem Produkt aus der Kohlenmächtigkeit und dem Kosinus des Neigungswinkels) zur Anwendung bringen müssen. In diese Formel wäre unter der Voraussetzung, daß Bergeversatz angewendet werden soll, noch ein je nach dem Einfallen der Flötze wechselnder Koeffizient einzusetzen, dessen Größe etwa zwischen 0 und 0,40 liegen müßte.

Am besten vermeidet man die Senkungen durch Spülversatz, s. d.

**32. Bemessung der Sicherheitspfeiler.** — Hat man die Aufgabe, Gegenstände der Tagesoberfläche, wie Gebäude, Bahndämme, Friedhöfe u. s. w. vor den Einwirkungen des Abbaues zu schützen, so kommt es darauf an, zu ermitteln, unter welchem Winkel zur Horizontalen sich die Bruchflächen bis zur Tagesoberfläche fortsetzen (Bruchwinkel). Die seit den ersten Ermittlungen von Schulz<sup>3)</sup> gemachten Erfahrungen<sup>4)</sup> deuten darauf hin, daß sich die Senkungen in der Regel nach der Normalen auf das Fallen fortpflanzen. Die scheinbaren Abweichungen von dieser Regel erklären sich meist daraus, daß der Bruch die Neigung hat, sich besonders nach dem Einfallen zu unter Umständen so weit auszudehnen, daß der Bruchwinkel 50° und darunter beträgt, während die Erweiterung nach dem Ausgehenden zu bei sehr flachem Flötzefallen selbst über 90° hinausgehen kann. Die von Schulz angegebene und bisher meist befolgte Regel der Abgrenzung von Sicherheitspfeilern durch lotrechte Linien an der unteren, dem Einfallen zugekehrten, und durch Normale auf das Flötzfallen an der oberen Grenze der betreffenden Gebäude u. dergl. unter Zugabe eines Sicherheitsstreifens von 10 bis 20 m muß daher nach den

1) Gustav Dumont, Des affaissements du sol produits par l'exploitation houillères. Lüttich 1871.

2) Preuß. Zeitschr. 1897, Bd. 45, S. 389.

3) Ebenda 1867, Bd. 15, S. 73.

4) Nasse, ebenda 1882, Bd. 33, S. 57.

vorstehend genannten Erfahrungen um so mehr erweitert werden, je flacher das Flötzfallen ist.

In Westfalen nimmt man den Bruchwinkel bei mehr als  $45^\circ$  Einfallen der Flötze zu  $65$  bis  $75^\circ$ , bei flacherem Einfallen zu  $55$  bis  $65^\circ$  an.

Da übrigens die Zerstörungen an der Tagesoberfläche sich besonders an den Rändern von Sicherheitspfeilern bemerklich machen, so wird der Abbau derselben überall da gestattet, wo bergpolizeiliche Interessen es nicht verbieten.

**33. Einfluß der Mächtigkeit der Zwischenmittel auf den Abbau.** — Im allgemeinen gilt die Regel, den Abbau verschiedener Flötze in der Reihenfolge vom Hangenden nach dem Liegenden fortschreiten zu lassen. Auf den Flammkohलगruben bei Saarbrücken erachtet man sich an diese Regel nicht mehr gebunden, wenn das Zwischenmittel  $10$  bis  $12$  m stark wird. Es tritt sogar zuweilen der Fall ein, daß der Abbau in umgekehrter Reihenfolge Vorteile bietet, wie z. B. der Abbau der Flötze auf dem Albert-Schachte, welcher mit regelmäßigem Strebbau und vollständigem Bergeversatz geführt wird. Es hat sich dabei nämlich gezeigt, daß sich in den hangenden Flötzen bedeutend leichter schrämen läßt, wenn die liegenden Flötze zunächst abgebaut sind. Das Gedinge, welches in den beiden hangenden Flötzen im Mittel etwa  $2,50$   $\mathcal{M}$  für die Tonne beträgt, würde sich ohne vorausgegangenen Abbau des liegenden Max.-Flötzes auf  $3,0$   $\mathcal{M}$  stellen.

### 1. Abbaumethoden mit Bergeversatz.

**34. Strossenbau**<sup>1)</sup>. — Der Strossenbau ist eine sehr alte, bei Gängen angewendete Abbaumethode. Seinen Namen verdankt er ohne Zweifel dem Umstande, daß man zur Gewinnung der Erze die »Strosse« (Sohle) angreifen muß, während sich die Erze beim Firstenbau in der »Firste« befinden. Waren Erze erschürft, so teufte man auf dem Gange einen tonnlägigen Schacht *b* (Fig. 239) ab, ging, um das Tagewasser nicht hereinzuziehen, unter Belassung eines Sicherheits-

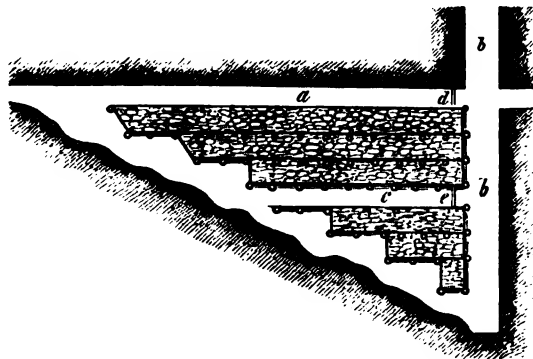


Fig. 239. Strossenbau.

1) Villefosse, Mineralreichtum. Deutsch von Hartmann. 1822, II, S. 255.  
— Hartmann, Bergbaukunde. 1858, S. 326–329.



pfeilers unter der Tagesoberfläche, an besonders hoffnungsvollen Stellen mit Strecken *a* ins Feld (Feldortstrecken) und verfolgte die Erze von der Streckensohle aus in die Tiefe, indem man entweder die Streckensohle selbst abbaute, oder auch, wenn dieselbe erzarm war, zunächst eine Berg-feste stehen ließ.

Ist der Schacht *b* genügend weit abgeteuft, dann faßt man von ihm aus den ersten Strossenstoß entweder nach einer oder nach beiden Seiten hin (einflügeliger und zweiflügeliger Strossenbau). Bei gleichzeitigem Weiterabteufen wird demnächst der 2., 3. u. s. w. Stoß gefaßt, so daß im festen Gesteine eine Treppe entsteht.

Mit jedem Stoße wird eine Reihe Stempel nachgeführt, welche man zunächst mit Halbholz bedeckt. In die dadurch gebildeten kastenförmigen Räume (Strossenkästen) werden die bei dem Abbau fallenden Berge versetzt.

Die gewonnenen Erze werden im Schachte zu Tage gefördert und läßt man zu diesem Zwecke bei jedem zweiten oder dritten Stoße Strecken (Strossenkästen) *c* offen.

Wurde der Strossenbau von einem Nebenschachte (Absinken) aus betrieben, so geschah die Förderung und Wasserhaltung durch Menschenkraft.

In St. Andreasberg bildete die Sohle des Samsoner Schachtes den tiefsten Punkt eines zweiflügeligen Strossenbaues, dessen oberste Stöße 2000 m von einander entfernt waren.

Auch die alten Schächte Dorothea und Carolina bei Clausthal waren solche Strossenschächte.

Die Wetter wurden mittels Wettertüren *de* durch den Strossenbau geführt.

Es ist klar, daß ein solcher Abbau in mächtigen Gängen mit druckhaftem Gebirge sehr viel Holz kostet und auch in Bezug auf Förderung und Wasserhaltung teuer kommen muß — Übelstände, welche den Strossenbau für mächtige Gänge und druckhaftes Gestein gar nicht anwendbar erscheinen lassen.

Andererseits aber hat der Strossenbau auch wieder mancherlei Vorteile und kann unter geeigneten Umständen immer noch in Betracht gezogen werden. So werden z. B. nesterweise vorkommende edle Silbererze, welche nicht bis auf die nächst tiefere Sohle niedersetzen, mit Strossenbau gewonnen, wobei allerdings die Festigkeit des Hangenden und die geringe Mächtigkeit der Gänge günstig sein müssen, insofern alsdann wenig oder gar kein Stempelschlag nötig ist.

Ebenso werden solche Erzmittel am zweckmäßigsten mittels Strossenbau gewonnen, welche unter eine tiefe Streckensohle hinabsetzen, dennoch aber nicht wertvoll genug sind, als daß das Unterfahren mit einer tieferen Sohle für die Vorrichtung zum Firstenbau lohnend wäre.

Auch muß zu Gunsten des Strossenbaues noch erwähnt werden, daß

sich zerkleinertes Erz immer auf den Strossen wiederfindet und nicht, wie es beim Firstenbau trotz aller Vorsicht unvermeidlich ist, im Bergeversatz verloren geht, ein Umstand, der besonders bei edlen Erzen wichtig ist.

**35. Allgemeines über Firstenbau<sup>1)</sup>.** — Der Firstenbau wird beim Abbau von Gängen und steil einfallenden Flötzen angewendet. Er erfordert, was beim Strossenbau nicht der Fall ist, eine eigentliche Vorrichtung, indem man die Lagerstätte zwischen zwei Sohlenstrecken durch Absinken oder Gesenke (Nebenschächte), mitunter auch durch Überbrechen in Abbaufelder teilt und die Firstenstöße am unteren Ende des Absinkens beginnt. Dabei bildet sich am festen Gestein eine umgekehrte Treppe (*exploitation à gradins renversés*), während man die Füllberge unter sich hat.

#### a. Firstenbau auf Gängen.

**36. Allgemeines.** — Der Firstenbau ist für Gänge die am meisten angewendete Abbaumethode. Er ist dem Strossenbau deshalb vorzuziehen, weil sowohl die Wasserhaltung, als auch die Förderung bequemer und billiger sind und weil ein Fundament für den Bergeversatz nicht für jeden Stoß, sondern höchstens einmal, nämlich in der Firste der Feldortstrecke geschaffen wird, Fig. 240, so daß der Holzverbrauch wesentlich geringer ist.

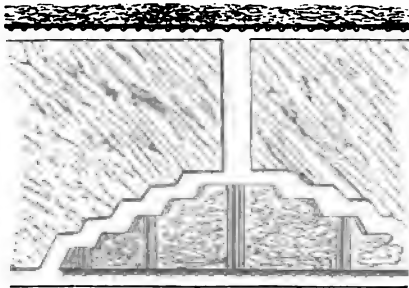


Fig. 240. Firstenbau.

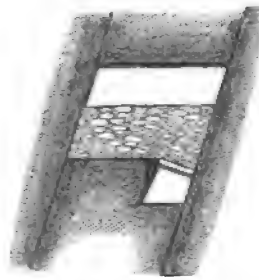


Fig. 241. Feldortstrecke in mächtigen Gängen.

Ebenso wie der Strossenbau kann auch der Firstenbau vom Absinken aus ein- oder zweiflügelig getrieben werden. Letzteres ist die Regel und setzt man deshalb auch die Absinken bei Erzmitteln, welche keine sehr

1) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 209. — Villefosse, Mineralreichtum. Deutsch von Hartmann. 1882, II, S. 227. (Firstenbau der Grube Himmelsfürst bei Freiberg.) — Karstens und v. Dechens Archiv. R. II, Bd. 20, S. 501 (Bergbau des Münsterthales bei Freiburg im Breisgau, von Daub); S. 540–558. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 230. (Firstenbau zu Holzappel.) — Ebenda 1859, S. 198 u. 199. (Mauerung beim Firstenbau auf der Grube Hilfe Gottes am Harz.)

große Ausdehnung nach dem Streichen des Ganges haben, auf die Mitte derselben.

**37. Feldortstreckenbetrieb.** — Die Feldortstrecken werden nur bei wenig mächtigen Gängen und bei solchen mit fester Ausfüllung in der vollen Mächtigkeit des Ganges getrieben, sonst erhalten sie nur gewöhnliche Streckenweite und werden am Liegenden aufgefahren, während der übrige Teil des Ganges als Deckelstoß für die nächst untere Firste stehen bleibt (Fig. 241).

Nachdem der erste Stoß genügend weit fortgebracht ist, um den zweiten in Angriff nehmen zu können, versieht man die Feldortstrecke mit einem Ausbau, welcher die darauf gebrachten Füllberge zu tragen vermag, ohne dem Abbau des Deckelstoßes bzw. der Streckensohle beim nächst unteren Firstenbau hinderlich zu sein. Der zweckmäßigste Ausbau ist aus diesem Grunde ein Stempelschlag oder ein flaches Gewölbe (VI. Abschn., Kap. 3 und 9), weniger zweckmäßig Türstockszimmerung, Mauerung (Gewölbe mit Scheibenmauern) und Eisenausbau, weil das Abfangen derselben umständlich und kostspielig ist.

**38. Umbruchstreckenbetrieb.** — Um den kostspieligen Ausbau der Feldortstrecken und dessen Unterhaltung ganz zu umgehen, treibt man im Liegenden des Ganges eine besondere Strecke, die Umbruchstrecke oder Förderstrecke. Von ihr aus geht man in Abständen von 20 bis 40 m mit sogen. Rollenquerschlägen (in welche demnächst die Förderrollen münden) in den Gang und treibt die Feldortstrecke, verfüllt dieselbe aber demnächst wieder, so daß die Berge auf der Sohle bzw. direkt auf dem künftigen Deckelstoße liegen. Um den Abbau der letzteren, welcher mit Getriebe geschehen muß, zu erleichtern, ist die Sohle zunächst mit etwa zur Verfügung stehendem mildem Gebirge, Dammerde oder Letten mindestens  $\frac{1}{2}$  m hoch zu bedecken und sind dann erst gröbere Berge darauf zu bringen.

Da die Umbruchstrecken im Nebengesteine liegen, so bedürfen sie auch meistens nur eines leichten Ausbaues oder stehen ganz im festen Gesteine.

Die Umbruchstrecken legt man deshalb ins liegende Nebengestein (und zwar der besseren Wasserabführung halber etwas tiefer als die Feldortstrecke), weil sie im Hangenden nach dem Abbau der nächst unteren Firste zu Bruche gebaut werden würden, was besonders dann bedenklich ist, wenn auf der betreffenden Strecke Wasser abgeführt wird.

**39. Abbau mit Firstenmitteln<sup>1)</sup>.** — Ein weiteres Mittel zur Vermeidung des Ausbaues der Sohlenstrecke besteht darin, daß man über derselben ein Firstenmittel von 1 bis 2 m Höhe stehen läßt und über diesem eine Firstenstrecke (Verhauörtel in Ungarn) treibt, von welcher aus die

1) Hartmann, Bergbaukunde, S. 323 u. 325.

Stöße gefaßt werden, während man sie ebenso wie die Feldortstrecken bei Anwendung von Umbruchstrecken demnächst mit verfüllt. Die Förderrollen gehen durch das Firstenmittel hindurch und münden seitwärts von der Sohlenstrecke.

Die Anwendbarkeit dieser Methode ist aber beschränkt. Vor allem muß das Firstenmittel so erzarm sein, daß es unabgebaut stehen bleiben kann, weil sonst wegen der oberen Füllberge dieselben Schwierigkeiten zu überwinden sind, wie beim Abbau eines Deckelstoßes, besonders wenn das Ganggestein nicht fest mit dem Nebengesteine verwachsen ist.

**40. Vorrichtung des Firstenbaues durch Überbrechen.** — Setzt ein Erzmittel von einer Sohlenstrecke aus nach oben fort, reicht aber nicht bis zur oberen Sohle und sollen deshalb die Kosten eines Absinkens im tauben Gesteine erspart werden, dann geht man, wenn es der Wetter wegen zulässig ist, auf der Mitte des Erzmittels mit Überbrechen in die Höhe, indem man gleichzeitig von diesem aus die Stöße treibt. Sollten die Erze höher hinaufgehen, als es von vornherein anzunehmen war, so kann man später immer noch mit einem engen Absinken von oben her zu Hilfe kommen, etwa um Holz oder Füllberge einzuhängen, oder um den Wetterumlauf zu verbessern.

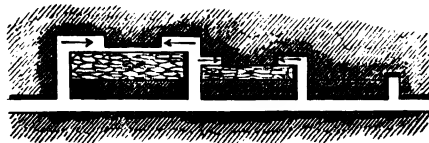


Fig. 212. Firstenbau mit Überbrechen.

Ein Abbau mit Überbrechen wird in der Weise geführt<sup>1)</sup>, daß man in Entfernungen von 12,5 m Überbrechen treibt und die Stöße von zwei Seiten abbaut (Fig. 242). Über der Strecke bleibt ein Firstenmittel stehen.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist ein solcher Abbau mit Überbrechen, wie man ihn vielfach im Rheinlande findet, nicht so zweckmäßig, als wenn man zunächst ein Absinken oder Überbrechen von einer Sohle zur andern fertig herstellt und dann am unteren Ende die ersten Stöße treibt, Fig. 239, weil man dabei eine bessere Wetterführung hat und außerdem Füllberge und Holz von oben in den Firstenbau einführen kann, was bequemer und billiger ist, als der Transport von unten nach oben.

**41. Betrieb der Stöße.** — Kommt man beim Betriebe der Stöße an ein größeres erzleeres Mittel, so hört man, nachdem man die einzelnen Stöße herangetrieben und »hohen Stoß« gebildet hat, an dieser Stelle auf.

1) Serlo, a. a. O. I, 1884, S. 491.

Teilt sich in der Firste die Erzführung derart, daß ein taubes Mittel dazwischen bleibt, so umgeht man dasselbe auf beiden Seiten, bildet also gewissermaßen zwei Firstenbaue, welche sich bei weiterem Vorrücken, je nach dem Verhalten der Erztrümmer, auch wieder vereinigen können.

Von großer Wichtigkeit für einen nutzbringenden Betrieb der Firstenbaue sind Entfernung, Höhe und Form der Stöße.

Was zunächst die Entfernung oder Länge der Stöße betrifft, so läßt sich eine bestimmte Regel dafür nicht aufstellen. Im allgemeinen dürfen die Stöße nicht zu lang sein, weil sich dadurch die Zahl der Arbeitspunkte vermindert. Sind sie aber zu kurz, so muß die Anzahl der Rollen vermehrt werden, die Arbeiter vor den einzelnen Stößen behindern sich gegenseitig, es geht viel Erz verloren u. s. w.

Je mächtiger ein Gang ist, bezw. je breiter die Stöße sind und je größer demzufolge das vor jedem Stoße gewonnene Erzquantum wird, um so länger können die Stöße sein.

Dieselben sind u. a. im Breisgau 14 bis 16 m, bei Clausthal 10 bis 20 m, in Freiberg und Andreasberg 4 bis 6 m lang.

Seit Anwendung der Bohrmaschinenarbeit in den Abbauen erhalten die Stöße in den Oberharzer Gruben eine Länge von 20 m und werden, ohne Unterbrechung durch Scheidearbeit, abgetrieben, indem die Häuer das hereingebrochene Erz und Ganggestein vorläufig als Sohle benutzen. Ist ein Stoß bis auf den nächsten fortgetrieben, so arbeiten die Bohrmaschinen vor dem gegenüberliegenden Stoße, während die vor dem ersten Stoße gefallenen Erze geschieden und mit Hunten den Rollen zugeführt werden. Seitdem die Scheidung im Gedinge ausgeführt wird, sind die Kosten der Gewinnung für 1 t Roherz von 6,08  $\mathcal{M}$  auf 2,99  $\mathcal{M}$  gefallen.

Bei Bemessung der Stoßhöhen sind besonders zwei Punkte zu beachten: die Vermehrung der freien Flächen und die Sicherheit der Arbeiter.

Je höher die Stöße, um so größer ist die Anzahl der freien Flächen, also auch die Leistung der einzelnen Bohrlöcher. Allerdings können diese nur von hohen Gebrücken aus gebohrt werden, deren Herstellung oft viel Zeit kostet. Auch sind sich die Arbeiter dabei gegenseitig im Wege.

Die richtige Höhe der Stöße ist für den einzelnen Fall mit Rücksicht auf die genannten Vorteile und Nachteile zu ermitteln. Sie beträgt in Freiberg  $1\frac{1}{2}$  m, in Cornwall 2 m, am Harz  $1\frac{1}{2}$  bis 4 m, meistens 3 m.

Was endlich die Form der Stöße anbetrifft, so soll jeder derselben annähernd die treppenförmige Gestalt der Firste haben, was sich aber in der Regel von selbst ergibt, weil man zur Vermehrung der freien Flächen den untersten Teil des Stoßes voraustreibt und die höher liegenden Teile nachfolgen läßt.

**42. Förderrollen.** — Die in den Firstenbauen gewonnenen Erze gelangen auf die untere Feldortstrecke durch Abstürzen in Förderrollen,

welche in der Regel im Bergeversatz nachgeführt werden. Man unterscheidet geschlossene und offene Rollen.

Die Rollen wurden früher häufiger als jetzt aus ganzer Schrotzimmerung mit Überblattung der Gevierte ausgeführt. Da solche Rollen aber durch das Herabstürzen der festen Erzmassen sehr bald schadhaft werden und zu schwierigen und gefährlichen Reparaturen nötigen, so wendet man jetzt vorwiegend runde Rollen aus Mauerung oder Eisen an.

Als Material für gemauerte Rollen verwendet man vorwiegend feste Bausteine (Grauwacke, Schiefer, Gneiß u. s. w.). Die Steine werden an der Stirn behauen und auf beiden Seiten keilförmig hergestellt, aber nicht auf ihrer ganzen Länge, was kostspielig und unnötig sein würde; man hält vielmehr nur darauf, daß die radialen Fugen auf etwa 6 bis 7 cm Länge genau anschließen (Fig. 244), im übrigen werden die Fugen durch Zwicksteine ausgefüllt. Die Mauerung ist eine trockene.

Auf Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein verwendete man früher anstatt der Mauersteine keilförmige Holzklötze, deren Hirnholz die Wandung der Rollen bildet. Das steigende Meter kostete 50  $\mathcal{M}$ . In neuerer Zeit hat man vielfach Rollen aus Eisenblech<sup>1)</sup> und zwar z. T. aus alten Flammrohren an die Stelle gesetzt, bei welchen das Meter nur 20  $\mathcal{M}$  kostet.

In den Gruben bei Ems bedient man sich zu demselben Zwecke auch neuer Röhren aus Stahlblech von 7 mm Wandstärke. Die Rollen kosten dabei einschl. Einbau der Röhren für das Meter 32  $\mathcal{M}$  und haben sich nach mehrjähriger Erfahrung gut gehalten. Die einzelnen Stücke werden stumpf aufeinander gesetzt und nur durch drei Stützen gehalten, welche am oberen Ende des unteren Rohres zur Hälfte angenietet sind.

Auf dem Blei- und Zinkerzbergwerke Silistra bei Honnef<sup>2)</sup> sind Rollen von gußeisernen Röhren mit 450 mm lichter Weite in Gebrauch.

Geschlossene Rollen (Stützrollen) werden so angelegt, daß sie in die eine Wange der Feldortstrecke münden und mit einem Verschuß versehen sind, nach

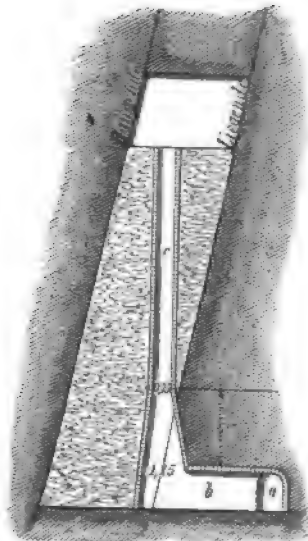


Fig. 243. Offene Rolle (Fällrolle).

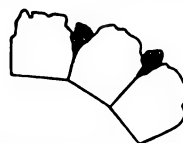


Fig. 244. Rollenmauerung.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871, S. 329; 1873, Nr. 6.

2) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 34, S. 285.

dessen Öffnung die Erze in die untergestellten Förderhunte fallen, sodaß man das Einfüllen erspart.

Da jedoch derartige Rollen bei Verstopfungen schwer zugänglich sind, auch die Schieber sich oft schwer öffnen und schließen lassen, so stellt man geschlossene Rollen jetzt vielfach in ähnlicher Weise her, wie es bei den Füllörtern (s. d.) beschrieben ist. An den Wangen der Rollenquerschläge *b*, siehe Figur 243, bringt man nämlich in solcher Höhe, daß die Förderhunte untergeschoben werden können, alte Eisenbahnschienen oder starke mit Eisenblech bedeckte Hölzer an, welche gegen die unter 40° geneigte Sohle der Rolle stoßen und legt quer darüber schwaches Rundholz. Um die Verstopfungen zu vermeiden, macht man die Rollen mindestens 1 m weit. Die Hunte werden in der Weise gefüllt, daß man unter allmählicher Entfernung der Querhölzer das Erz mit Kratzen heranzieht.

Bei Gängen von geringer Mächtigkeit, sowie mit festem Hangenden und Liegenden, werden die Rollen durch Stempelschlag mit Verschalung hergestellt (St. Andreasberg), münden in die Firste der Feldortstrecke und werden durch Pfähle geschlossen, welche ähnlich, wie Getriebepfähle in Schlitz gesteckt werden.

Die Rollen stehen mit ihrem unteren Teile immer im liegenden Nebengesteine, und münden entweder dicht neben der im Gange offen erhaltenen Feldortsstrecke, oder sie sind durch einen Rollenquerschlag *b*, Fig. 243, mit der Umbruchsstrecke *a* verbunden.

Am Harz gibt man den offenen Rollen, welche indes selten mehr angewendet werden, am untersten Ende eine Weite von 1,15 m und führt sie bis 6 m konisch, von da an mit einem Durchmesser von 0,75 m zylindrisch auf.

Diese aus Grauwackensteinen hergestellten Förderrollen kosten für das steigende Meter an Material und Arbeitslohn etwa 25  $\mathcal{M}$ , dabei ist aber das Fuhrlohn, welches je nach Entfernung der Steinbrüche für die auf das steigende Meter nötigen 6 Raummeter Steine zwischen 2,50  $\mathcal{M}$  und 8,50  $\mathcal{M}$  schwankt, nicht mit einbegriffen. Neuerdings werden die Rollen jedoch auch am Harz aus Eisen hergestellt.

Die obere Mündung der Rolle wird stets mit einem Holzgevierte bedeckt, dessen lichte Weite nur etwa 36 bis 40 cm beträgt, so daß größere Erzstücke, welche sich leicht festklemmen, nicht in die Rolle geworfen werden können.

Der Abstand der Förderrollen<sup>1)</sup> wird gewöhnlich so bemessen, daß für je zwei Abbaustöße eine Rolle vorhanden ist und daß die Kosten der Förderung bis zu den Rollen in einem angemessenen Verhältnisse zu deren Herstellungskosten stehen. Wendet man u. a. Förderstrecken im Nebengesteine an, siehe 38, wobei zu den Kosten für die Rollen diejenigen für

1) Aug. Jaeger a. a. O. S. 6.

die Rollenquerschläge kommen, so legt man die Rollen weiter auseinander als bei Feldortstreckenbetrieb. Außerdem richtet sich die Stellung der Rollen auch nach der allgemeinen Beschaffenheit der Lagerstätten und des Nebengesteins und lassen sich daher allgemein gültige Regeln für den Abstand der Förderrollen nicht aufstellen. Am nordwestlichen Oberharz beträgt derselbe 20 bis 40 m, in Freiberg 40 m<sup>1)</sup>.

Muß einer Förderrolle eine geringere Neigung als 50° gegeben werden und ist aus diesem Grunde ein häufiges Versetzen oder Aufhängen des Materials in den Rollen zu befürchten, so führt man nach Aug. Jaeger<sup>2)</sup> auf den Nassauischen Eisenerzgruben neben der Förderrolle eine durch Bohlenverschalung getrennte Fahrrolle nach, von welcher aus man die festgesetzten Massen leicht lösen kann.

Zu demselben Zwecke hängt man auch Ketten in die Rollen, welche man durch Hebel anzieht. Offene Rollen werden hier und da durch Stoßen mit von unten eingeführten und nötigenfalls zusammengebundenen Stangen gelöst, was jedoch umständlich und gefährlich ist. Auch durch Abschießen von Böllern unter der Rolle hat man auf Oberharzer Gruben denselben Zweck erreicht.

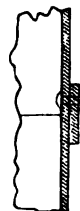


Fig. 215. Verbindung der Röhren in Rollen.

**43. Verfüllen mit Bergen und Ausbau der Firsten.** — Die zum Verfüllen (Versetzen) der abgebauten Räume nötigen Berge, vergl. 30, werden meistens in genügender Menge dadurch gewonnen, daß man nur die Erze fördert, das taube Ganggestein aber zurückbehält. Dort, wo das letztere nicht ausreicht, nimmt man die bei unproduktiven Arbeiten derselben Grube (Schachtabteufen, Betrieb von Umbruchstrecken u. s. w.) fallenden Berge zu Hilfe. Man fördert dieselben im Schacht bis zur oberen Feldortstrecke und stürzt sie durch die Absinken, bezw. durch Bergerollen, welche man in den Absinken abgeschlagen hat, in die Firste. Da sie am höchsten Punkte derselben ankommen, so brauchen sie von da aus nur abwärts geschafft zu werden.

Vielfach ist es notwendig, den Bergeversatz in besonderen Steinbrüchen über oder unter Tage (Bergemühlen) zu gewinnen.

Entsprechend den Stößen muß auch der Bergeversatz die Form einer Treppe haben, deren Stufen man Abgestemme nennt. Dieselben werden durch die größten Steine der Füllberge in trockener Mauerung hergestellt und mit dem Fortschreiten der Stöße nachgeführt.

Bei Gängen von geringer Mächtigkeit hat man den Bergeversatz lediglich unter den Füßen, während Hangendes und Liegendes frei bleiben. Ist die Mächtigkeit jedoch bedeutender und gleichzeitig die Spannung im

1 Hartmann, Bergbaukunde, S. 331.

2 Aug. Jaeger a. a. O. S. 7.



Ganggesteine eine geringe, so läßt man nur eine Strecke offen, verfüllt aber den übrigen Raum mit Bergen.

Die erste Unterstützung geschieht dabei durch Bolzen allein, oder

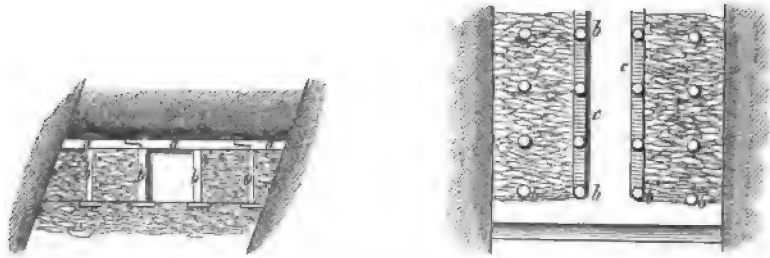


Fig. 246 u. 247. Unterstützung der Firstenstöße.

durch Unterzüge *a* (Fig. 246 u. 247) und Bolzen *b*. Zwischen zwei Reihen derselben stellt man eine trockene Scheibenmauer *c* her und verfüllt dahinter mit Bergen.

Eine bei sehr starkem Drucke auf der Grube Hilfe Gottes bei Grund an Stelle der Unterzüge und Bolzen angewendete starke trockene Scheibenmauerung ist im VI. Abschn. 9. Kap. näher beschrieben.

**44. Seitenfirstenbau.** — Unter Seitenfirstenbau versteht man eine Art des Firstenbaues, nach welcher in einem und demselben Gange mehrere Firsten nebeneinander im Betriebe sind, derart, daß die liegende Firste der nächst hangenden etwas voraus ist.

Weniger beschwerlich, kostspielig und gefährlich ist die gleichfalls hierher gehörige Abbaumethode, einen Stoß in einzelnen, nebeneinander liegenden Absätzen fortzutreiben, dergestalt, daß man am Liegenden am weitesten damit vorgeht und bei jedem Teilstoße hinter sich so weit versetzt, daß nur ein schmaler Raum zur Fahrung u. s. w. übrig bleibt<sup>1)</sup>.

Die letztere Art des Seitenfirstenbaues ist u. a. in dem Kalisalzbergwerk Ludwig II bei Staßfurt eingeführt.

#### b. Firstenbau in Steinkohlenflötzen<sup>2)</sup>.

**45. Bedingungen für die Anwendbarkeit.** — Der Firstenbau wird beim Steinkohlenbergbau auf steil einfallenden Flötzen, so besonders auf den stehenden, etwa 1 m mächtigen Flötzflügeln (droits oder dressants) in Belgien<sup>3)</sup> und Nordfrankreich, sowie auf den Gruben Ebersdorf und Berthelsdorf im Hainicher Bassin — und auf den Flötzen *G* und *L* der

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 206.

2) Ponson a. a. O. Bd. II, S. 363. — Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 5. S. 39; 1859, Bd. 7, S. 299.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-W. 1872, Nr. 1.

Grube Maria bei Aachen<sup>1)</sup> angewendet, während die flachen Gegenflügel (plats oder plateurs) mit Strebbau abgebaut werden, welcher im allgemeinen als ein flach liegender Firstenbau betrachtet werden kann. Der Übergang in letzteren ergab sich an solchen Punkten leicht, wo man die dem Strebbau eigentümliche Konzentration des Abbaues und hohe Arbeitsleistung auch auf steil einfallende Flötzteile übertragen wollte und wegen der Möglichkeit einer genügenden Bergengewinnung aus Zwischenmitteln, oder aus dem Hangenden und Liegenden, sowie wegen geringer Mächtigkeit auch übertragen konnte.

**46. Firstenbau in Nordfrankreich und Belgien.** — Der ältere Firstenbau in Steinkohlenflötzen (exploitation par tailles à gradins renversés) wird in derselben Weise vorgerichtet, wie auf Gängen. In einem Abstände von 20 bis 30 m werden zwei Sohlenstrecken getrieben, von denen die obere *C* (Fig. 248) als Wetterstrecke (voie d'aérage), die untere *D* als Förderstrecke (voie de roulage) dient. *A* und *B* sind Querschläge zur Ausrichtung anderer Flötze.

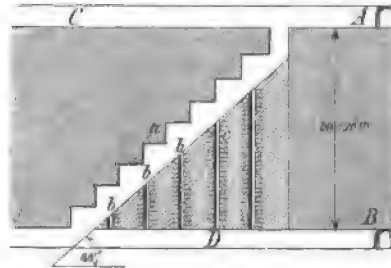


Fig. 248.  
Älterer Firstenbau in Steinkohlenflötzen.

Der Bergeversatz bekommt eine unter  $40^\circ$  geneigte Oberfläche, nach welcher sich auch die Stöße *a* (tailles) zu richten haben; dieselben erhalten 2 bis 3 m Höhe bei 3 bis 4 m Länge. Jeder Arbeiter bekommt einen Stoß und steht auf einer Bühne, welche durch einige schwache Stempel mit darüber gelegten Brettern gebildet wird.

Die gewonnenen Kohlen fallen zunächst auf diese Bühnen und gleiten nach Emporheben der Bühnenbretter in geschlossene Rollen, welche mit 4 bis 10 m Entfernung im Bergeversatz nachgeführt werden.

**47. Firsten- und Stolsbau in Westfalen und Saarbrücken<sup>2)</sup>.** — Der seither in Westfalen übliche Pfeilerbau hat auf vielen Zechen dem Abbau mit Bergeversatz so weit weichen müssen, daß er (im Jahre 1902) nur noch mit 45,15% an der Förderung der Ruhrkohlenzechen beteiligt ist. Zwar sind die damit verbundenen Kosten je nach örtlichen Verhältnissen ziemlich hoch, aber andererseits bietet der Abbau mit Bergeversatz auch wesentliche Vorteile, unter denen die Beseitigung der Bergehalden und der Schutz der Tagesoberfläche obenan stehen. Weitere Vorteile liegen in dem nahezu gänzlich fortfallenden Abbauverlust, welcher bei streichendem Pfeilerbau 20 bis 30% beträgt, sowie in der durch den Wegfall

1) Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. 1881, S. 616.

2) Hilbk in Glückauf. Essen 1888, Nr. 1—13. — Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 133; 1885, Bd. 33, S. 222; 1886, Bd. 34, S. 246.

der Abbaustrecken bedingten größeren Leistung, welche diejenige beim Pfeilerrückbau nahezu erreicht, ferner in geringerem Holzverbrauch besonders bei quellender Sohle, in der Möglichkeit einer gedrängten Wetterführung, und endlich in der durch den vollständigen Abbau erreichten Möglichkeit, die Selbstentzündung der Kohlen zu verhindern.

Zunächst hat man dort, wo bereits für den Pfeilerbau vorgerichtet war, diesen mit Bergeversatz angewendet.

Eine flache Höhe von 100 m teilt man in 2, 3 und mehr Pfeiler, deren jeder mit Firstenbau abgebaut wird. Dabei bilden die Stöße, welche auf Zeche Shamrock eine Höhe von 9 bis 15 m erhalten, ebenfalls eine Treppe und für jeden Stoß ist eine Rolle vorgesehen.

Da jedoch hierbei die Kohlen mit Bergen vermischt und in den Rollen sehr zerkleinert werden <sup>1)</sup>, so läßt man die Rollen fort und bewirkt das Herabrutschen der Kohlen auf einer, den vorrückenden Kohlenstößen stets nachfolgenden, unter 40 bis 50° geneigten hölzernen Rutsche, welche in die untere Grundstrecke mündet und hier, als Ladetrichter eingerichtet, mit einem Schieber verschlossen ist. Die Versatzberge werden von oben her, sobald die Stöße weit genug vorgerückt sind, unmittelbar in den Abbau verürzt <sup>2)</sup>.

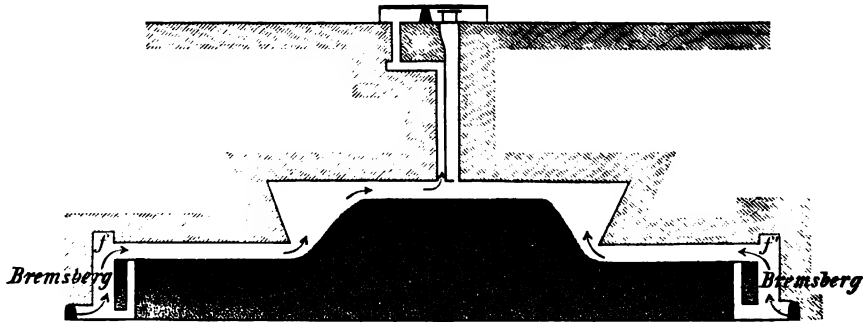


Fig. 249. Stoßbau.

Da das nachträgliche Verfüllen der Förderstrecken sehr kostspielig sein würde, so bleibt bei diesem Abbau immerhin noch ein Teil ohne Versatz. Dieser Umstand, sowie die Notwendigkeit eines verhältnismäßig großen Holzaufwandes für die Unterstützung des Raumes zwischen Kohlenstoß und Bergeversatz, haben zu einer andern Art des Abbaues geführt, welcher als Stoßbau bezeichnet wird <sup>3)</sup>. Derselbe ist ein Firstenbau, bei

1) Ponson a. a. O. S. 432. — Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 299.

2) Chr. Dütting, Glückauf 1889. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 374. — Die Verhandl. u. Unters. der Preuß. Stein- u. Kohlenfall-Kommission. Berlin 1902, S. 188, Fig. 12, 13.

3) Serlo, Bergbaukunde. 2. Aufl., S. 335.

welchem jeder Stoß für sich allein bis zur Grenze der Abteilung aufgeföhren wird. Die gewonnenen Kohlen werden dabei mittels einer, auf den Bergeversatz gelegten Förderbahn zum Bremsberge geschafft, so daß jede Zertrümmerung und Verunreinigung vermieden wird<sup>1)</sup>. Nur beim Betriebe des ersten Stoßes fallen die Kohlen direkt auf die Förderstrecke.

Der Abbau wird von einem in der Mitte der Bauabteilung belegenen Bremsberge oder Rolloche aus zweiflügelig geführt. In dem Rolloche

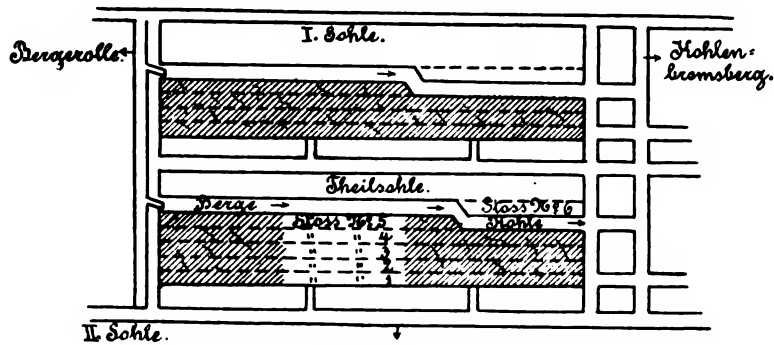


Fig. 250.

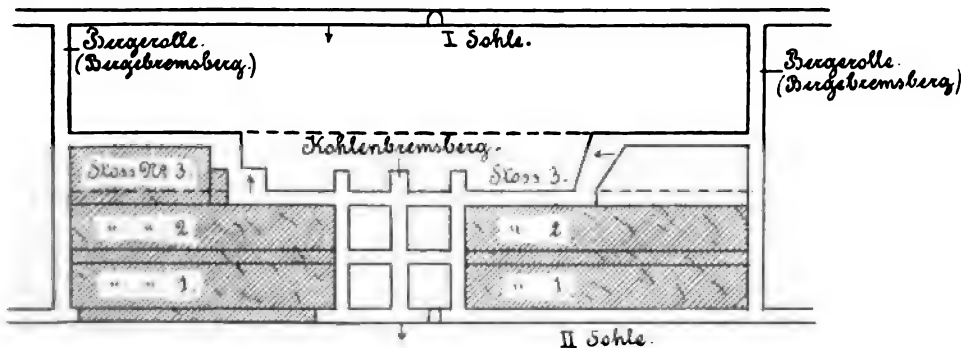


Fig. 251.

werden die Versatzberge, welche den Abbaustößen dauernd nachgeführt werden, abgestürzt. An beiden Seiten der Bauabteilung werden Bremsberge mit Fahrüberhauen hergestellt (Fig. 249), welche die Kohlen bis zur Sohlenstrecke zu schaffen haben. Bei gutem Hangenden kann man die Bremsberge im Bergeversatz aussparen, während man im andern Falle den Pfeiler zwischen Bremsberg und Fahrüberhauen nach Vollendung des ganzen Abbaues noch zu gewinnen sucht.

1) Hilbk a. a. O. Nr. 6, Fig. 5 u. 6.

der Abbaustrecken bedingten größeren Leistung, welche diejenige beim Pfeilerrückbau nahezu erreicht, ferner in geringerem Holzverbrauch besonders bei quellender Sohle, in der Möglichkeit einer gedrängten Wetterführung, und endlich in der durch den vollständigen Abbau erreichten Möglichkeit, die Selbstentzündung der Kohlen zu verhindern.

Zunächst hat man dort, wo bereits für den Pfeilerbau vorgerichtet war, diesen mit Bergeversatz angewendet.

Eine flache Höhe von 100 m teilt man in 2, 3 und mehr Pfeiler, deren jeder mit Firstenbau abgebaut wird. Dabei bilden die Stöße, welche auf Zeche Shamrock eine Höhe von 9 bis 15 m erhalten, ebenfalls eine Treppe und für jeden Stoß ist eine Rolle vorgesehen.

Da jedoch hierbei die Kohlen mit Bergen vermischt und in den Rollen sehr zerkleinert werden<sup>1)</sup>, so läßt man die Rollen fort und bewirkt das Herabrutschen der Kohlen auf einer, den vorrückenden Kohlenstößen stets nachfolgenden, unter 40 bis 50° geneigten hölzernen Rutsche, welche in die untere Grundstrecke mündet und hier, als Ladetrichter eingerichtet, mit einem Schieber verschlossen ist. Die Versatzberge werden von oben her, sobald die Stöße weit genug vorgerückt sind, unmittelbar in den Abbau verstrützt<sup>2)</sup>.

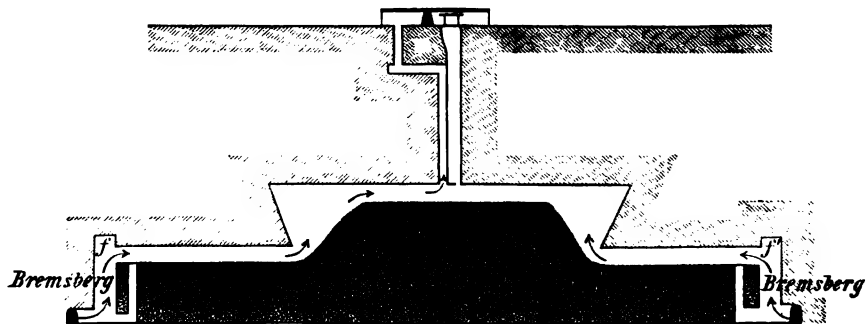


Fig. 249. Stoßbau.

Da das nachträgliche Verfüllen der Förderstrecken sehr kostspielig sein würde, so bleibt bei diesem Abbau immerhin noch ein Teil ohne Versatz. Dieser Umstand, sowie die Notwendigkeit eines verhältnismäßig großen Holzaufwandes für die Unterstützung des Raumes zwischen Kohlenstoß und Bergeversatz, haben zu einer andern Art des Abbaues geführt, welcher als Stoßbau bezeichnet wird<sup>3)</sup>. Derselbe ist ein Firstenbau, bei

1) Ponson a. a. O. S. 432. — Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 299.

2) Chr. Dütting, Glückauf 1889. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 374. — Die Verhandl. u. Unters. der Preuß. Stein- u. Kohlenfall-Kommission. Berlin 1902, S. 188, Fig. 12, 13.

3) Serlo, Bergbaukunde. 2. Aufl., S. 335.

welchem jeder Stoß für sich allein bis zur Grenze der Abteilung aufgefahen wird. Die gewonnenen Kohlen werden dabei mittels einer, auf den Bergeversatz gelegten Förderbahn zum Bremsberge geschafft, so daß jede Zertrümmerung und Verunreinigung vermieden wird<sup>1)</sup>. Nur beim Betriebe des ersten Stoßes fallen die Kohlen direkt auf die Förderstrecke.

Der Abbau wird von einem in der Mitte der Bauabteilung belegenen Bremsberge oder Rolloche aus zweiflügelig geführt. In dem Rolloche

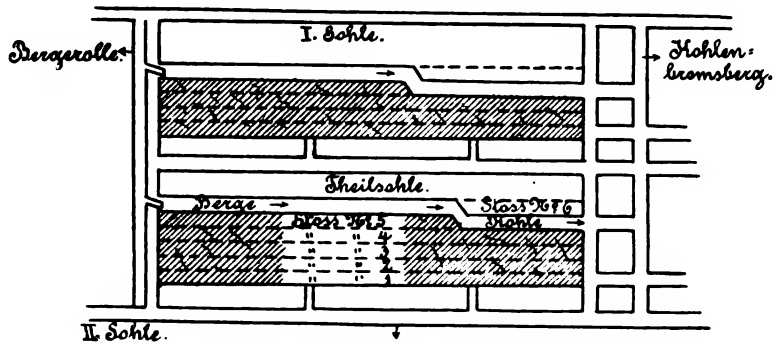


Fig. 250.

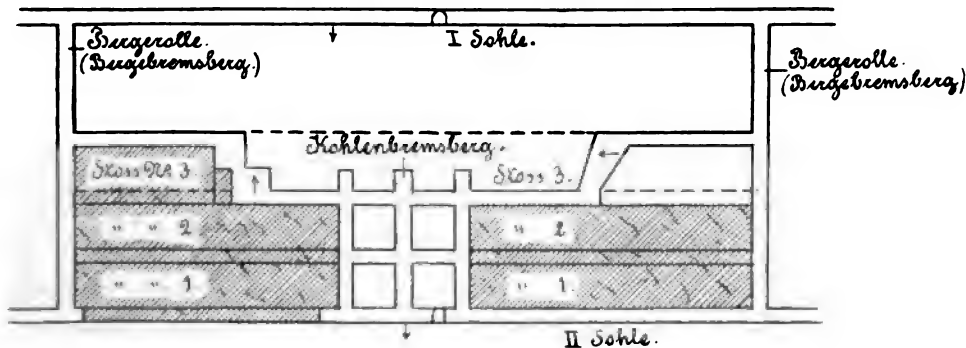


Fig. 251.

werden die Versatzberge, welche den Abbaustößen dauernd nachgeführt werden, abgestürzt. An beiden Seiten der Bauabteilung werden Bremsberge mit Fahrüberhauen hergestellt (Fig. 249), welche die Kohlen bis zur Sohlenstrecke zu schaffen haben. Bei gutem Hangenden kann man die Bremsberge im Bergeversatz aussparen, während man im andern Falle den Pfeiler zwischen Bremsberg und Fahrüberhauen nach Vollendung des ganzen Abbaues noch zu gewinnen sucht.

1) Hilbk a. a. O. Nr. 6, Fig. 5 u. 6.

der Abbaustrecken bedingten größeren Leistung, welche diejenige beim Pfeilerrückbau nahezu erreicht, ferner in geringerem Holzverbrauch besonders bei quellender Sohle, in der Möglichkeit einer gedrängten Wetterführung, und endlich in der durch den vollständigen Abbau erreichten Möglichkeit, die Selbstentzündung der Kohlen zu verhindern.

Zunächst hat man dort, wo bereits für den Pfeilerbau vorgerichtet war, diesen mit Bergeversatz angewendet.

Eine flache Höhe von 100 m teilt man in 2, 3 und mehr Pfeiler, deren jeder mit Firstenbau abgebaut wird. Dabei bilden die Stöße, welche auf Zeche Shamrock eine Höhe von 9 bis 15 m erhalten, ebenfalls eine Treppe und für jeden Stoß ist eine Rolle vorgesehen.

Da jedoch hierbei die Kohlen mit Bergen vermischt und in den Rollen sehr zerkleinert werden <sup>1)</sup>, so läßt man die Rollen fort und bewirkt das Herabrutschen der Kohlen auf einer, den vorrückenden Kohlenstößen stets nachfolgenden, unter 40 bis 50° geneigten hölzernen Rutsche, welche in die untere Grundstrecke mündet und hier, als Ladetrichter eingerichtet, mit einem Schieber verschlossen ist. Die Versatzberge werden von oben her, sobald die Stöße weit genug vorgerückt sind, unmittelbar in den Abbau verürzt <sup>2)</sup>.

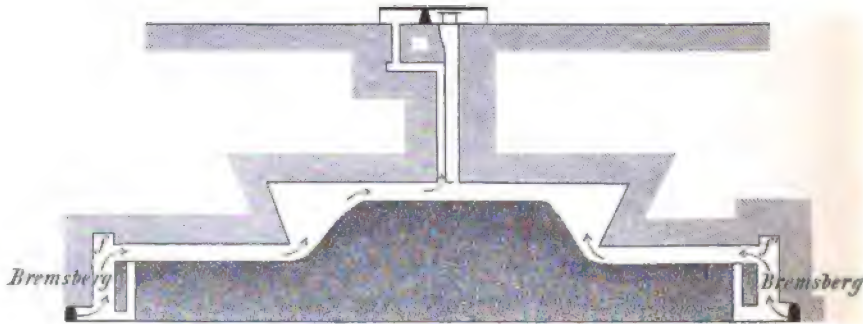


Fig. 249. Stoßbau.

Da das nachträgliche Verfüllen der Förderstrecken sehr kostspielig sein würde, so bleibt bei diesem Abbau immerhin noch ein Teil ohne Versatz. Dieser Umstand, sowie die Notwendigkeit eines verhältnismäßig großen Holzaufwandes für die Unterstützung des Raumes zwischen Kohlenstoß und Bergeversatz, haben zu einer andern Art des Abbaues geführt, welcher als Stoßbau bezeichnet wird <sup>3)</sup>. Derselbe ist ein Firstenbau, bei

1) Ponson a. a. O. S. 432. — Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 299.

2) Chr. Dütting, Glückauf 1889. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 374. — Die Verhandl. u. Unters. der Preuß. Stein- u. Kohlenfall-Kommission. Berlin 1902, S. 188, Fig. 12, 13.

3) Serlo, Bergbaukunde. 2. Aufl., S. 335.

welchem jeder Stoß für sich allein bis zur Grenze der Abteilung aufgefahen wird. Die gewonnenen Kohlen werden dabei mittels einer, auf den Bergeversatz gelegten Förderbahn zum Bremsberge geschafft, so daß jede Zertrümmerung und Verunreinigung vermieden wird<sup>1)</sup>. Nur beim Betriebe des ersten Stoßes fallen die Kohlen direkt auf die Förderstrecke.

Der Abbau wird von einem in der Mitte der Bauabteilung belegenen Bremsberge oder Rolloche aus zweiflügelig geführt. In dem Rolloche

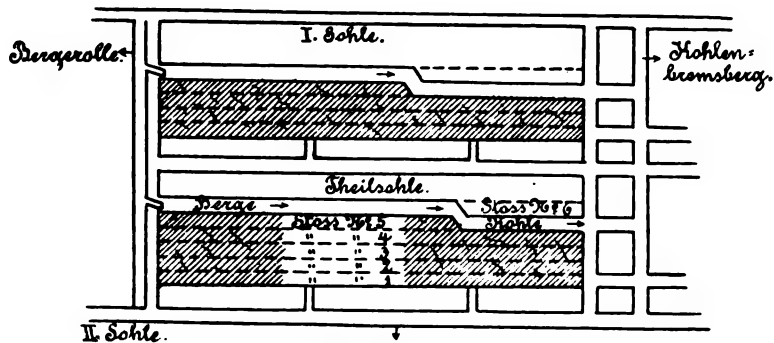


Fig. 250.

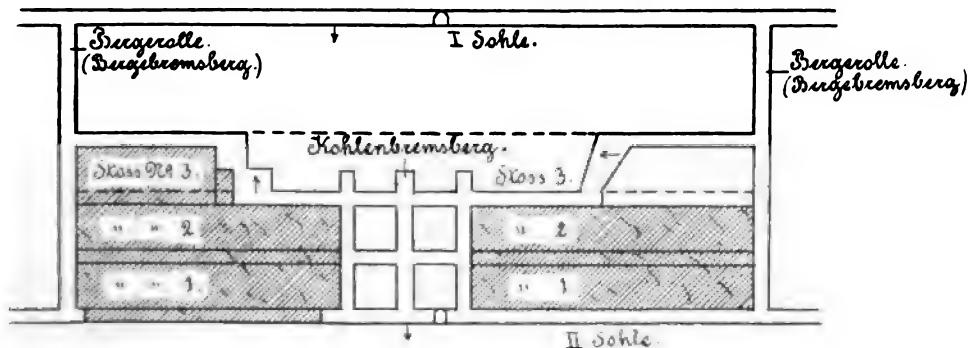


Fig. 251.

werden die Versatzberge, welche den Abbaustößen dauernd nachgeführt werden, abgestürzt. An beiden Seiten der Bauabteilung werden Bremsberge mit Fahrüberhauen hergestellt (Fig. 249), welche die Kohlen bis zur Sohlenstrecke zu schaffen haben. Bei gutem Hangenden kann man die Bremsberge im Bergeversatz aussparen, während man im andern Falle den Pfeiler zwischen Bremsberg und Fahrüberhauen nach Vollendung des ganzen Abbaues noch zu gewinnen sucht.

1) Hilbk a. a. O. Nr. 6, Fig. 5 u. 6.



der Abbaustrecken bedingten größeren Leistung, welche diejenige beim Pfeilerrückbau nahezu erreicht, ferner in geringerem Holzverbrauch besonders bei quellender Sohle, in der Möglichkeit einer gedrängten Wetterführung, und endlich in der durch den vollständigen Abbau erreichten Möglichkeit, die Selbstentzündung der Kohlen zu verhindern.

Zunächst hat man dort, wo bereits für den Pfeilerbau vorgerichtet war, diesen mit Bergeversatz angewendet.

Eine flache Höhe von 100 m teilt man in 2, 3 und mehr Pfeiler, deren jeder mit Firstenbau abgebaut wird. Dabei bilden die Stöße, welche auf Zeche Shamrock eine Höhe von 9 bis 15 m erhalten, ebenfalls eine Treppe und für jeden Stoß ist eine Rolle vorgesehen.

Da jedoch hierbei die Kohlen mit Bergen vermischt und in den Rollen sehr zerkleinert werden<sup>1)</sup>, so läßt man die Rollen fort und bewirkt das Herabrutschen der Kohlen auf einer, den vorrückenden Kohlenstößen stets nachfolgenden, unter 40 bis 50° geneigten hölzernen Rutsche, welche in die untere Grundstrecke mündet und hier, als Ladetrichter eingerichtet, mit einem Schieber verschlossen ist. Die Versatzberge werden von oben her, sobald die Stöße weit genug vorgerückt sind, unmittelbar in den Abbau verürzt<sup>2)</sup>.

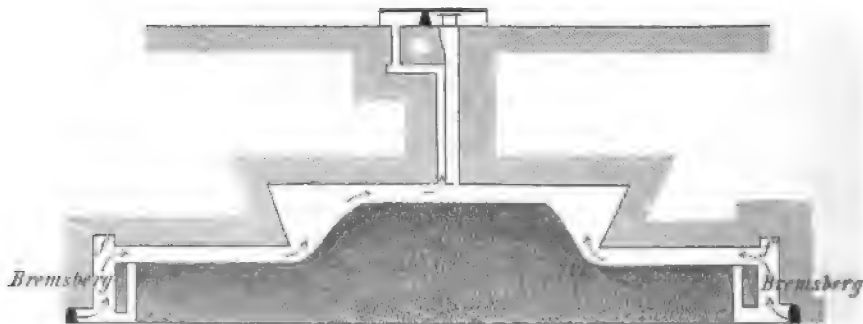


Fig. 249. Stoßbau.

Da das nachträgliche Verfüllen der Förderstrecken sehr kostspielig sein würde, so bleibt bei diesem Abbau immerhin noch ein Teil ohne Versatz. Dieser Umstand, sowie die Notwendigkeit eines verhältnismäßig großen Holzaufwandes für die Unterstützung des Raumes zwischen Kohlenstoß und Bergeversatz, haben zu einer andern Art des Abbaues geführt, welcher als Stoßbau bezeichnet wird<sup>3)</sup>. Derselbe ist ein Firstenbau, bei

1) Ponson a. a. O. S. 432. — Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 299.

2) Chr. Dütting, Glückauf 1889. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 374. — Die Verhandl. u. Unters. der Preuß. Stein- u. Kohlenfall-Kommission. Berlin 1902, S. 188, Fig. 12, 13.

3) Serlo, Bergbaukunde. 2. Aufl., S. 335.

welchem jeder Stoß für sich allein bis zur Grenze der Abteilung aufgefahrend wird. Die gewonnenen Kohlen werden dabei mittels einer, auf den Bergeversatz gelegten Förderbahn zum Bremsberge geschafft, so daß jede Zertrümmerung und Verunreinigung vermieden wird<sup>1)</sup>. Nur beim Betriebe des ersten Stoßes fallen die Kohlen direkt auf die Förderstrecke.

Der Abbau wird von einem in der Mitte der Bauabteilung belegenen Bremsberge oder Rolloche aus zweiflügelig geführt. In dem Rolloche

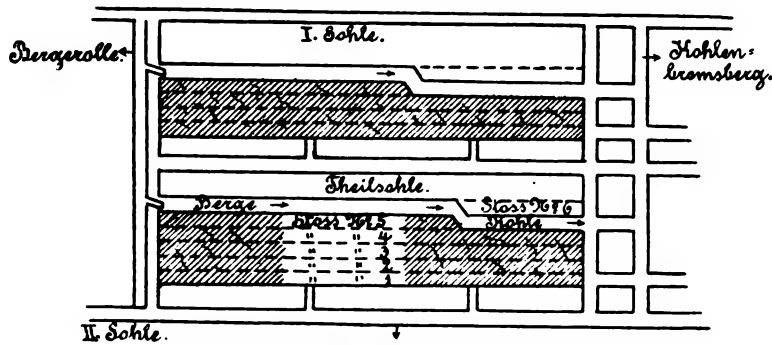


Fig. 250.

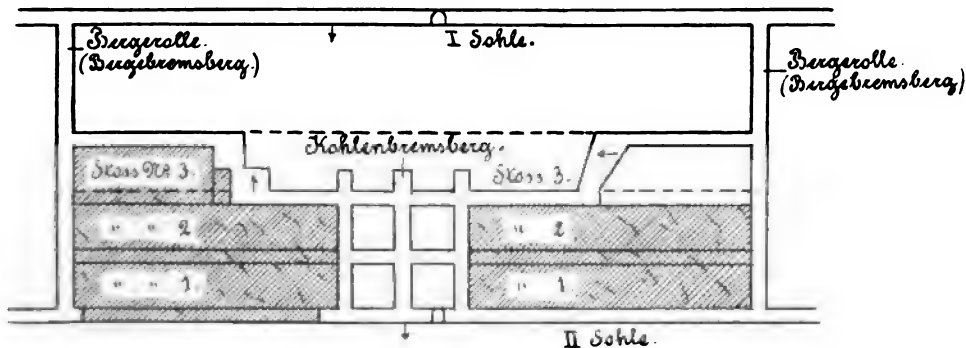


Fig. 251.

werden die Versatzberge, welche den Abbaustößen dauernd nachgeführt werden, abgestürzt. An beiden Seiten der Bauabteilung werden Bremsberge mit Fahrüberhauen hergestellt (Fig. 249), welche die Kohlen bis zur Sohlenstrecke zu schaffen haben. Bei gutem Hangenden kann man die Bremsberge im Bergeversatz aussparen, während man im andern Falle den Pfeiler zwischen Bremsberg und Fahrüberhauen nach Vollendung des ganzen Abbaues noch zu gewinnen sucht.

1) Hilbk a. a. O. Nr. 6, Fig. 5 u. 6.

Auf der linken Seite der Fig. 251 erfolgt der Abbau der Stöße in schwebenden Abschnitten, auf der rechten Seite streichend.

Eine andere Art des Stoßbaues, welche ebenso, wie der durch Fig. 251 dargestellte, auf mächtigen Flötzen angewendet wird, zeigt Fig. 253. Dabei werden die Stöße entweder firstenartig (linke Seite) oder strossenartig (rechte Seite) abgebaut.

Dieser Stoßbau erfordert sehr wenig Holz, bedingt fast gar keine

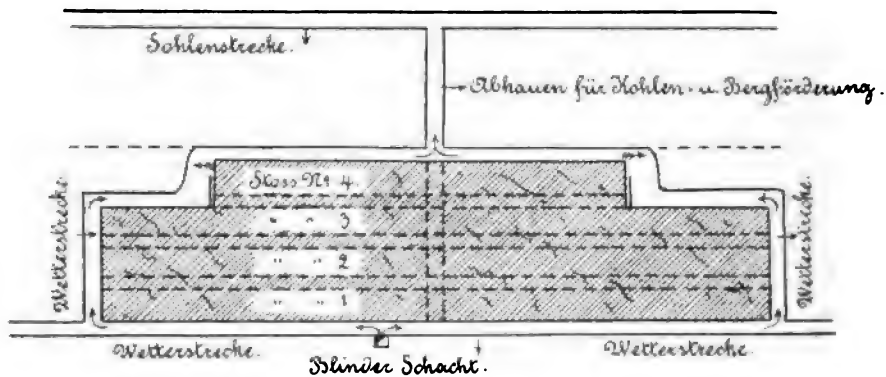


Fig. 252.

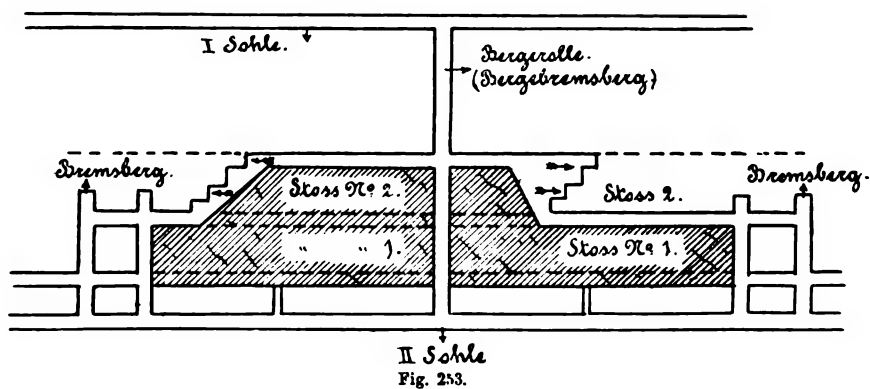


Fig. 253.

Nebenarbeiten und gestattet das völlige Ausfüllen der ausgehauenen Räume mit Bergen. Das Abbremsen der Kohlen besorgen die Kohlenhauer selbst oder die mit jenen in demselben Gedinge arbeitenden Schlepper.

Die letztere Abbauphase, sowie die in Fig. 251 dargestellte Abschrägung der Stöße verringert zwar die Leistung, ist aber zur Sicherung der Arbeiter gegen Stein- und Kohlenfall eingeführt und trägt auch zur Schonung der Stückkohlen bei.

Eine gleichfalls in Westfalen eingeführte Abbaumethode, welche denselben Zweck verfolgt, stellt Fig. 254 dar. Der Stoß wird vom ersten Überhauen ins Feld getrieben und vor demselben werden zwei Verschläge angebracht. Der erste dichte Bohlenverschlag bildet mit dem Stoß eine Rolle zur Aufnahme der gewonnenen Kohlen, während ein zweiter Verschlag das Fahrort gegen die Versatzberge abtrennt. Der Kohlenstoß wird mit einer solchen Neigung von oben nach unten verhaufen, daß die Kohlen sanft zur Rolle gleiten. Die Länge des Kohlenstoßes beträgt je nach der Beschaffenheit des Hangenden bis zu 15 m.

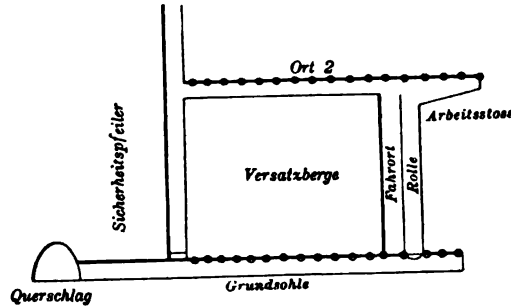


Fig. 254.

Mit dem Vorrücken der Verhauelinie nach unten wird gleichzeitig der Kohlenkasten ausgebaut und nach Abbau des Stoßes von neuem vor denselben gelegt. Auf die gleiche Entfernung rückt auch der Bergeversatz und die Verschalung gegen den offenen Pfeiler vor. Auf einem Stoße von ca. 35 bis 40° Neigung und 15 m Länge kann man ohne Gefahr zwei Angriffspunkte belegen. Nach Herstellung des Schrams von Hand wird die Kohle mit der Keilhaue oder unter Anwendung eines Keiles hereingewonnen. Die Rutsche muß selbstverständlich bis oben gefüllt bleiben, um ein Fallen der Kohlen zu vermeiden.

Bei flachem Einfallen finden die in Fig. 250 u. 252 angegebenen Arten des Stoßbaues Anwendung. Hierbei ist, zumal wenn eine geringe Stoßhöhe gewählt wird, eine Trennung der Förderwege für Kohle und Berge nicht erforderlich, da die neue Strecke oberhalb des Versatzes sich jedesmal ohne Schwierigkeiten zu beiden Zwecken benutzen läßt. Die sämtlichen Arten unterscheiden sich in der Hauptsache nur in den Anordnungen der Förderwege für Kohle und Berge, grundsätzliche Unterschiede sind nicht vorhanden. Die Höhe der Stöße wechselt zwischen 2 und 10 m und hängt wesentlich von dem Einfallen der Flötze ab. Je steiler das Einfallen ist, um so größer wird die Stoßhöhe genommen, da in solchem Falle das Einfüllen der Berge keine Schwierigkeiten macht<sup>1)</sup>. Übrigens ist der Stoßbau Fig. 251 u. 253 der gebräuchlichere.

Indes hat der Stoßbau einen ganz unverkennbaren Nachteil. Man erhält in jeder Bauabteilung, auch wenn sie zweiflügelig betrieben wird, jedesmal nur zwei Betriebspunkte und muß deshalb zahlreiche Flötze und

1) Die Verh. u. Unters. der Preuß. Kohle- u. Steinfohlf.-Komm. Berlin 1902, S. 186.

Abteilungen vorrichten, wenn man eine angemessen hohe Produktion erreichen will. Zur größeren Konzentration des Baues führt es, wenn man zwischen je zwei Sohlen große flache Höhen in Angriff nimmt und in parallele Abschnitte von etwa 50 m Höhe teilt. Der erste Stoß beginnt dann auf der tiefsten Sohle, ein anderer zu gleicher Zeit 50 m höher, ein dritter 100 m höher und so fort.

Endlich wird man zu einer größeren Anzahl von Angriffspunkten gelangen können, wenn man den einzelnen Bauabteilungen nicht zu große Längen gibt. Selbst bei nur 50 m flacher Bauhöhe wird man schon 5 Stöße übereinander erhalten und muß dann schon auf eine recht lange Dauer der Bremsberge und Fahrüberhauen Rücksicht nehmen. Stellt man diese auch nur jedesmal von Ort zu Ort her, so macht die Erhaltung der unteren Teile häufig schon beträchtliche Kosten.

Auf Grube Altenwald bei Saarbrücken erhalten die Bauabteilungen eine Länge von 250 bis 300 m. Die Stöße werden in flachen Höhen von 15 bis 18 m von den in der Mitte der Abteilungen liegenden Bremsbergen aus gleichfalls zweiflügelig getrieben. Den Kohlenstößen folgt der Bergeversatz in einem Abstände von etwa 4 m und zwar in schwebenden Streifen von 4 m Breite, welche, um ein Vermengen der Kohle mit Bergen zu vermeiden, und um die abgebauten Räume vollständig mit Bergen füllen zu können, an der Seite des Kohlenstoßes aufgemauert werden.

Auch hier werden an den Grenzen jeder Bauabteilung im Bergeversatz Bremsberge zur Förderung der Kohlen bis zur Sohlenstrecke offen gelassen. Das Gewichtsverhältnis der gewonnenen Kohlen zu den versetzten Bergen ist durchschnittlich 1:1,2, d. h. es werden für 12 Wagen gewonnene Kohlen (zu 0,1 t) 10 Wagen Berge (zu 0,5 t) versetzt. Die Kosten für das Versetzen der Berge betragen (ausschließlich der Pferdeförderkosten) etwa 30 ₧ auf die Tonne der an den Versatzpunkten gewonnenen Kohlen.

Aus der Beschreibung der einzelnen Beispiele<sup>1)</sup> geht hervor, daß in vielen Fällen, abgesehen von den indirekten Vorteilen (Schonung der Tagesoberfläche, wenig Abbauverluste u. s. w.) auch die Selbstkosten geringer oder doch wenig höher sind, als beim Pfeilerbau. So stellten sich im Flötz 5 der Zeche Massener Tiefbau die Selbstkosten für 100 Ztr. Kohlen in einem Falle um 80 ₧ billiger (9,10 ₧ gegen 9,99 ₧), im Flötz Nr. 6 allerdings um 40 ₧ teurer, als beim Pfeilerbau. Auf Zeche Hoffnung und Secretarius Aack bei Essen hatte man mit dem Stoßbau die sehr hohe Leistung von 150 Ztr. für Mann und Schicht erzielt. Die Löhne für Bergeversatz betragen auf 100 Ztr. Förderung 1,50 ₧.

Auch auf Zeche Prinz von Preußen bei Langendreer findet eine Ersparung an Selbstkosten statt.

1) Hilbk in Glückauf. Essen 1888, Nr. 7—13.

Auf Zeche Herminenglück Liborius bei Bochum berechnen sich die Kosten des Abbaues mit Bergeversatz

a. im steilen Flügel 100 Ztr. Kohlen zu gewinnen . . . . .	5,00 ₰
für Bergetransport . . . . .	0,60 -
	<hr/>
	zusammen auf 5,60 ₰

während man beim streichenden Pfeilerbau im Ortsbetriebe und in Überhauen neben jenem Kohlengedinge 6,50 ₰ für das laufende Meter Aufahrung zahlte, also für die Kohlengewinnung allein mehr Kosten hatte, als jetzt für Kohlengewinnung und Bergeversatz. Dabei hat sich der Abbauverlust von 30 % auf 10 % verringert.

b. In dem flachen Sattel kostet der Bergeversatz einschließlich des gesamten Transportes 1,55 ₰ für 100 Ztr. Kohlen. Es war aber früher niemals gelungen, die Pfeiler vollständig abzubauen, weil der starke Gebirgsdruck stets zum vorzeitigen Verlassen der Strecken zwang.

Auf der Zeche Hannover bei Eickel stellten sich die Kosten des Bergeversatzes auf 1,37 ₰, bei der Zeche Ver. Westfalia bei Dortmund auf 2,92 ₰, und die gesamten Lohnkosten bis an die Bremsberge auf 9,07 ₰. Auf jeden Wagen Berge entfallen dabei 26,7 ₰ Transportkosten.

Im allgemeinen hat sich herausgestellt, daß der Abbau mit Bergeversatz am vorteilhaftesten dort anzuwenden ist, wo schlechtes Nebengestein und steile Aufrichtung der Schichten den streichenden Pfeilerbau erschweren oder fast unmöglich machen.

#### c. Querbau<sup>1)</sup>.

48. Allgemeines. — Der Querbau ist dadurch gekennzeichnet, daß man die Lagerstätte von einer am Liegenden oder am Hangenden getriebenen streichenden Strecke aus in einzelnen quer gegen das Streichen gerichteten wagerechten Abschnitten von Ortshöhe abbaut und gleichzeitig verfüllt.

Die zweckmäßigste Anwendung findet der Querbau auf mächtigen Lagerstätten aller Art von nicht weniger als 40° Einfallen und mit wenig haltbarer Ausfüllung, weil man bei Querbau die Firsten in weniger großen Flächen bloßlegt, also auch den Gebirgsdruck besser abwehren kann, als etwa bei Firstenbau. Querbau findet Anwendung auf der Grube Hilfe Gottes am Harz, auf dem Georger Stollen bei Schemnitz, im Hüttenberge

1) Hartmann, Bgbkde. 1858, S. 329—332, Taf. X, Fig. 247—249. — Ferber, Über die Gebirge und Bergwerke in Ungarn. Berlin 1780. — Preuß. Zeitschr. 1863, Bd. 11, S. 88 (Stahlberg bei Müsen); 1864, Bd. 12, S. 141 (Kohlenflötze in Frankreich). — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1866, S. 429 u. 430. — Querbau in Pibram: Österr. Zeitschr. 1890, S. 499. — Querbau auf der staatlichen Eisenzeche (Bergrevier Dillenburg): Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 207.

bei Krain, im Quecksilberstocke zu Idria, auf der Galmeigrube am Altenberge bei Aachen<sup>1)</sup>, in Diepenlinchen bei Stolberg und im Stahlberge bei Müsen. Ferner auf dem stockförmigen Kohlenflötz zu Creuzot in Frankreich, auf den mächtigen Kohlenflötzen bei St. Étienne u. s. w.

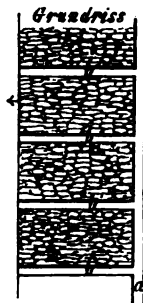


Fig. 255.

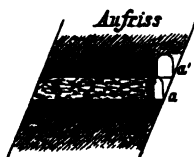


Fig. 256. Querbau.

Von einer am Liegenden aufgefahrenen Sohlens-  
strecke *a* (Fig. 255 u. 256) aus geht man mit 2 bis  
3 m breiten Querörter *b* bis zum Hangenden. Nach-  
dem die letzteren mit glatten Steinen oder Holz-  
stücken belegt und verfüllt sind, baut man das  
Zwischenmittel streifenweise ab. Ist der Gang auf  
diese Weise in der untersten Sohle abgebaut, so  
wird eine zweite Abbaustrecke *a'* (Fig. 256) ge-  
trieben und von dieser aus die zweite Sohle ab-  
gebaut, indem man entweder die Strecke *a* offen  
erhält und die Rolllöcher in dieselbe münden läßt,  
oder eine Umbruchstrecke im Nebengesteine treibt  
und, wie beim Firstenbau, die Rollen auf Quer-  
schläge stellt.

Es ist dabei nicht ausgeschlossen, daß man  
schon während des Betriebes der ersten Etage  
auch die zweite, sodann eine dritte u. s. w. in An-  
griff nimmt.

Mit diesem Beispiele soll der Charakter des Querbaues nur im allge-  
meinen angedeutet werden. Je nach örtlichen Verhältnissen zeigt derselbe  
im übrigen große Verschiedenheiten, da man entweder nur eine Abbau-  
strecke am Liegenden, am Hangenden und in der Mitte, oder deren zwei  
am Hangenden und Liegenden hat, und da ferner entweder von den  
Abbaustrecken nach vorwärts, oder vom Ende der Querstrecken aus in  
streichenden Streifen nach rückwärts abzubauen ist. Auch kommt es vor,  
daß man ohne Abbaustrecken mit abgesetzten Stößen und gleichzeitigem  
Bergeversatz vorgeht, wie im Stahlberge bei Müsen<sup>2)</sup>.

49. **Querbau in Steinkohlenflötzen**<sup>3)</sup>. — Zu Montrambert bei St. Étienne  
wird ein Steinkohlenflötz von 14 bis 16 $\frac{1}{3}$  m Mächtigkeit und 45 bis 50° Nei-  
gung abgebaut<sup>4)</sup>.

Die Querörter liegen 20 bis 25 m auseinander, von ihnen aus wird  
nach rückwärts in streichenden Streifen von 7 m Breite abgebaut.

Ein fernerer Beispiel liefert Commentry, wo ein 10 m mächtiges Flötz  
von 60° Einfallen abgebaut wird.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1863, S. 328.

2) Preuß. Zeitschr. 1863, Bd. 11, S. 38.

3) Burat, Cours d'expl. 1876, S. 83. — Ann. des mines. Tome XIX. 1891, S. 263.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, S. 173.

Ebenso Montceau-les-Mines, wo jedoch wegen der leichten Entzündlichkeit der Kohle Umbruchstrecken im liegenden Nebengesteine für die Förderung getrieben werden müssen<sup>1)</sup>.

Auf St. Mariagrube in Montceau teilt man eine Abbauhöhe von 28 m in zwei Abschnitte von je 14 m Höhe und 75 m Länge (Fig. 257). Jeder

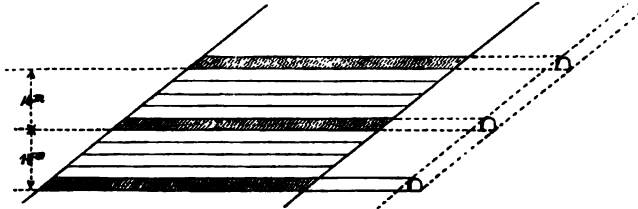


Fig. 257. Querbau in Montceau-les-Mines.

Teil wird durch fünf horizontale Streifen von unten nach oben abgebaut, wobei durch die nächst höhere Sohle mit Hilfe von Umbruchstrecken und Bremsbergen die vom Tage hereingeschafften Füllberge eingehängt werden. Bei leicht entzündlicher Kohle muß die Zahl dieser Streifen von fünf auf zwei herabgesetzt, gleichzeitig aber diejenige der Umbruchstrecken entsprechend vermehrt werden.

Jedesmal neben dem fünften Abschnitte, also in seigeren Abständen von etwa 14 m, befindet sich parallel der später wegfallenden Abbau-strecke eine Umbruchstrecke. Die untere dient als Hauptförderstrecke, während auf der oberen die Füllberge herangeschafft werden. Mit den Abbaustrecken sind beide durch fallende bzw. steigende Strecken verbunden.

50. Abbau im Staßfurter Kalisalzlager<sup>2)</sup>. — Bis vor kurzem geschah der Abbau des Carnallits von dem hangenden Schachtquerschlage aus durch Örterbau (s. d.), indem durch streichende Strecken und quer-

1) Über das Verfahren beim Abbau eines mächtigen Flötzes leicht entzündlicher Kohle zu Bézenet, von G. Bailey. Bull. soc. de l'ind. min. (III) 1, S. 1015. Vergl. auch Preuß. Zeitschr. 1902, Bd. 50, S. 365. (Bericht der Stein- und Kohlenfallkommission.) — Pasques in Bull. de la soc. de l'ind. min. Bd. 12, Jahrg. 1898 u. 1899, S. 605–715.

2) Die mächtige Salzlagertstätte bei Staßfurt hat ein Einfallen von 30°. Man unterscheidet in derselben vier Regionen, siehe Fig. 258, von welchen die unterste, die Anhydritregion, über 300 m mächtig ist und nur Steinsalz mit dünnen Anhydritschnüren enthält. Darüber folgen

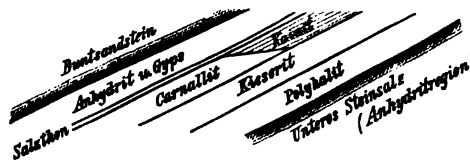


Fig. 258. Kalisalzlager in Staßfurt.



schlägige Örter von 8,5 m Höhe und Weite Pfeiler von 6 m Stärke gebildet wurden. In dem festen jüngeren Steinsalze hat man die Strecken 23 bis 25 m weit und 8,5 m hoch, die Pfeiler 13 m stark genommen.

Da man hierbei außer den Pfeilern auch noch eine 4 bis 5 m starke Schwebe unter dem oberen Abschnitte stehen ließ, so war der Abbau der besonders für die Landwirtschaft außerordentlich wichtigen Kalisalze ein derart unvollkommener, daß etwa die Hälfte verloren ging. Außerdem gewährten die Pfeiler für die Dauer nicht die nötige Sicherheit.

Aus diesen Gründen ist man dazu übergegangen, das Carnallitlager unter Nachführen von Bergeversatz vollständig abzubauen, obgleich sich dabei die Gewinnungskosten für den Zentner Salz etwas höher stellen<sup>1)</sup>.

Dabei bricht man im Liegenden so weit aufwärts, bis man einen Stoß von etwa 7 m Höhe erhält, den man alsdann quer bis zum Hangenden abbaut. Die dabei gewonnenen Kalisalze bleiben so weit liegen, daß man beim Abbau der Stöße darauf stehen kann, das übrige wird weggeführt.

Ist dabei so viel Raum gewonnen, daß man Bergeversatz anbringen kann, dann setzt man hart unter der Firste des betreffenden Abbaustoßes Querschläge an, treibt dieselben durch die Kieseritsalze in die Polyhalitregion, legt in letzterer Bergemühlen von 7 m Höhe und 20 bis 25 m Weite an und folgt mit den hier gewonnenen Versatzbergen dem Ausfördern der Kalisalze unmittelbar nach.

Ist der erste Stoß mit seinem Versatze von Salzbergen genügend weit vorgerückt, dann beginnt man, auf dem letzteren stehend, den Abbau des zweiten in derselben Weise, schafft auch die Füllberge zum Versatze wiederum durch Bergemühlen herbei, welche in der Firste des zweiten und der folgenden Abschnitte derart angelegt werden, daß zwischen den in derselben Sohle liegenden Bergemühlen Mittel von 75 m Stärke stehen

die Abraumsalze\*), und zwar zunächst die Polyhalitregion (ca. 60 m mächtig, neben Steinsalz und Anhydrit auch Polyhalit, sodann die Kieseritregion (56 m mächtig), Kieserit mit Steinsalz, die Carnallitregion oder die Kalisalze (42 m mächtig), vorwiegend Carnallit, außerdem Sylvit, Tachydrit, Boracit und am oberen Teile Kainit, ein Umsetzungsprodukt des Carnallites enthaltend. Das hangende Nebengestein besteht in Staßfurt zunächst aus Salzton, über welchem Anhydrit, Gips und Buntsandstein folgen.

Zwischen Anhydrit und Buntsandstein wurde zuerst in Neu-Staßfurt, später auch im Achenbachschachte bei Staßfurt eine Schicht sehr reines Steinsalz aufgeschlossen, welches auch in Staßfurt neuerdings abgebaut wird, während das untere Steinsalz als zu unrein stehen bleibt.

1) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 30, S. 192; 1889, Bd. 37, S. 203.

\*) Carnallit =  $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ , meist durch Eisenglimmerschüppchen rot gefärbt; — Kieserit =  $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ; — Polyhalit =  $2\text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ; — Sylvit =  $\text{KCl}$ ; — Schönit =  $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MgSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ ; — Kainit =  $\text{KCl} + \text{MgSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ ; — Tachydrit =  $\text{CaCl}_2 + 2\text{MgCl}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ; — Boracit und Staßfurtit =  $2\text{Mg}^{10}\text{B}_2\text{O}_{15} + \text{HgCl}_2$ .

bleiben. In den verschiedenen Sohlen werden die Bergemühlen abwechselnd untereinander gelegt.

Hiernach ist der neuere Abbau des Staßfurter Kalisalzlagers ein Firstenbau, bei welchem der Abbau der Stöße nicht streichend, sondern wie beim Querbau, vom Liegenden nach dem Hangenden erfolgt.

#### d. Strebbau.

(Exploitation par grandes ou longues failles. — Long-way [wall] work.)

**51. Allgemeines.** — Strebbau<sup>1)</sup> ist diejenige Abbaumethode, bei welcher eine Lagerstätte vom Schachtsicherheitspfeiler an in einer vom Schachte aus vorwärts gehenden Richtung und in breiten Stößen abgebaut wird, ohne daß eine besondere Vorrichtung erforderlich ist.

Die zwischen dem Schachte und den Arbeitspunkten entstehenden ausgehauenen Räume müssen, um das Zusammenbrechen zu vermeiden, mit Bergen versetzt, dabei aber die zur Förderung und Fahrung nötigen Strecken offen gelassen werden.

Es ergibt sich hieraus, daß eigentlicher Strebbau zunächst in Lagerstätten mit einem Einfallen von nicht über 30° anwendbar ist, weil bei steilerem Einfallen der Bergeversatz in die Förderstrecken hineinrutschen würde. Bei steilerem Flötzfallen müßte dies durch besondere Vorkehrungen, etwa durch Stempelschlag oder Mauerbogen, verhindert werden und würde damit der Strebbau in Firstenbau übergehen.

Die Anwendbarkeit des Strebbaus erfordert ferner genügende Festigkeit des hangenden Nebengesteins, um ein Freilegen größerer Flächen ohne Gefahr des vorzeitigen Einbrechens zu gestatten, sowie die Möglichkeit, die ausgehauenen Räume bequem und billig verfüllen zu können. Dabei wird im allgemeinen vorausgesetzt, daß die Flötze nicht über 1 m mächtig sind, auch müssen die Versatzberge beim Abbau zu gewinnen sein.

Wenn sich dagegen in einem Flötz starke Bergemittel befinden, oder das Hangende sehr fest ist, so daß schon ein teilweises Versetzen der abgebauten Feldesteile genügt, um ein Zusammenbrechen zu verhüten, so bildet eine größere Flötmächtigkeit für den Strebbau kein Hindernis.

Bei einem schwachen Flötz ohne Bergemittel gewinnt man die Berge durch Nachreißen des Nebengesteins, zum Teil auch schon dadurch, daß man genötigt ist, den im Versatze nachzuführenden Strecken eine angemessene Höhe zu geben.

Da der Bergeversatz niemals so dicht gemacht werden kann, daß sein späteres Setzen ausgeschlossen wäre, so erfolgt nach und nach ein Sinken

---

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1865, S. 197—199. — Strebbau in Saarbrücken: Preuß. Zeitschr. 1870, Bd. 18, S. 33 ff. — Friedrichsgrube in Tarnowitz: Ebenda 1864, Bd. 1, S. 32 ff.

des Hangenden im ganzen — vorausgesetzt, daß dasselbe nicht kurzklüftig ist, in welchem Falle übrigens Strebbau auch nicht gut anwendbar sein würde. Das Hangende legt sich deshalb zunächst auf den Bergeversatz. Da jedoch das Durchbiegen der hangenden Schichten am festen Kohlenstoße beginnt, so wird auch dieser von dem Drucke beeinflusst, was bei fester Kohle die Gewinnung erleichtert, bei milder Kohle aber ein zu starkes Zerbröckeln derselben und eine geringere Stückkohलगewinnung zur Folge haben kann.

Der Strebbau hat dort, wo die Verhältnisse seine Anwendung gestatten, wesentliche Vorteile. Zunächst erspart man gegenüber dem Pfeilerbau den Betrieb der Abbaustrecken, erzielt also von vornherein eine größere Arbeiterleistung bei geringeren Selbstkosten. Sodann ist der Betrieb ein gedrängter, deshalb die Aufsicht leicht und die Wetterführung vorteilhaft, weil diese kürzere und geradere Wege durchläuft, als bei anderen Abbaumethoden.

Die wesentlichste Schwierigkeit verursacht die Offenhaltung der Förderstrecken. Dieselben werden nämlich so lange zusammengedrückt und müssen entsprechend nachgerissen werden, bis das Hangende sich fest auf die Füllberge gelegt hat.

Der Strebbau wird mehrfach in England, Schottland und Belgien, in Deutschland u. a. zu Mansfeld und Saarbrücken angewendet.

Aus dem Umstande, daß der Strebbau nur für flachfallende Flötze anwendbar ist, ergibt sich als weiterer Vorteil die Möglichkeit, eine Hauptregel des Abbaues zu befolgen, nach welcher derselbe rechtwinklig gegen die in den Lagerstätten befindlichen Schlechten (clivage; — backs, lines of coal) geführt sein muß, weil dann die Gewinnung eine leichtere und der Stückkohलगefall ein größerer ist. Man kann deshalb den Strebbau streichend, diagonal oder schwebend führen, während bei steilerem Einfallen und anderen Abbaumethoden wegen beschwerlicher Förderung nur streichend abgebaut werden kann.

**52. Streichender Strebbau<sup>1)</sup>.** — Ein Strebbau, dessen Richtung die Streichlinie der Lagerstätte ist, wird angewendet, wenn die Schlechten in der Kohle mehr oder weniger schwebend liegen, oder das Fallen des Flötzes etwa 16 bis 20° beträgt, für einen schwebenden oder diagonalen Abbau also schon zu steil ist. Als ein allgemeines Beispiel möge folgendes dienen.

Nachdem man vom Förderschachte *A* (Fig. 259) aus, welcher gleichzeitig die Wetter einziehen läßt, mit einem Querschlage das Flötz erreicht hat, treibt man zunächst die Grundstrecken *C*. Haben dieselben den durch punktierte Linien angedeuteten, zur Erhaltung des Schachtes stehen zu lassenden, Sicherheitspfeiler verlassen, dann können die schwebenden, später

1) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 20; 1863, Bd. 10, S. 28. — Karstens Archiv. R. II, Bd. 6, S. 74 ff.

event. als Bremsberge zu benutzenden Strecken *E*, und mittels der Strecken *F* der Durchschlag mit dem Wetterschachte *B* hergestellt werden.

Während des Betriebes der schwebenden Strecken *E* kann man in Entfernungen von etwa 12 m die künftigen Förderstrecken *a* ansetzen, 10 m weit fortreiben, sodann durch Aufhauen eine Parallelstrecke zu *E* herstellen und, wenn diese die obere Grenze des Abbaufeldes bei einer flachen Länge von beispielsweise 40 m erreicht hat, nunmehr unter Belassung eines Sicherheitsfeilers von 10 m für die Grundstrecken, mit einem 30 m hohem Streb *H* »zum breiten Blick« vorgehen. Während des Abbaues schlägt man zum vorläufigen Schutze Stempel *d*, führt aber, unter möglichster Wiedergewinnung derselben, den Bergeversatz nach, indem man in demselben die Förderstrecken *a* offen erhält, event. auch in Firste und Sohle nachreißt.

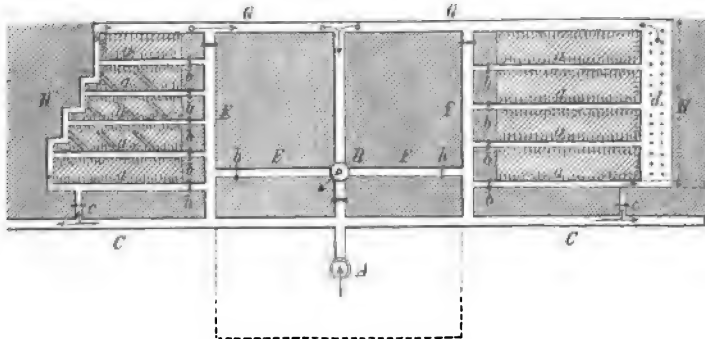


Fig. 259. Allgemeines Beispiel für Strebau.

Bei dem Streb *H'*, welcher in abgesetzten Stößen getrieben wird, hat man den Abbau mit der untersten Abbaustrecke *a* begonnen, bevor der Bremsberg *E* die obere Abbaugrenze erreicht hatte. Unter derselben Voraussetzung kann der Streb auch eine schräge Richtung ohne abgesetzte Stöße erhalten.

Endlich kommt es bei genügend flachem Einfallen des Flötzes vor, daß man, um das gewonnene Material auf dem kürzesten Wege in die Förderstrecken gelangen zu lassen, von diesen aus kurze Diagonalen nach dem Strebstoße hin offen läßt, wie es bei *H'* angedeutet hat.

In der Figur bedeuten ferner: *b* dichte Wetterverschlüge, *c* Verteilungstüren, die Pfeile ohne Ring (→) den einziehenden, diejenigen mit Ring (○→) den ausziehenden Wetterstrom.

Der streichende Strebau wird u. a. auf den flachen Flötzflügeln (plats ou plateurs) bei Lüttich vielfach angewendet<sup>1)</sup>. Den Bergeversatz bringen besondere Arbeiter (remblayeurs) in der Nachtschicht ein. Vor dem Streb

1) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 299.

hat jeder Häuer 2 bis 3 m Stoßhöhe und unterschrämt in einer Schicht  $1\frac{1}{2}$  bis 2 m tief.

Auf den Gruben Serlo und von der Heydt bei Saarbrücken kann man die normale flache Höhe zu 200 m und die normale Breite zu 300 bis 360 m annehmen. Die einzelnen Strebstöße haben je nach örtlichen Verhältnissen 12 bis 16 m Breite.

**53. Leistungen und Kosten.** — Bei dem streichenden StREBBAU im Saarbrücker Revier beträgt:

Auf nebenbezeichneten Gruben und Flötzen	Albertschacht (Westfeld)			Von der Heydt
	Anna	Sophie	Max	auf den verschiedenen Flötzen
Die durchschn. Häuerleistung in 1 Schicht, t . . . . .	1,93	1,97	2,09	1,45 bis 1,89
Die durchschn. Arbeiterleistung in 1 Schicht, t . . . . .	1,50	1,53	1,60	1,17 bis 1,65
Das Normalgedinge f. 1 Tonne „ . . . . .	2,80	3,00	2,80	2,20 bis 2,80

Der Pulververbrauch stellt sich beim Abbau im Albertschachte auf 0,08 bis 0,10 kg, bei Grube von der Heydt auf 0,07 bis 0,14 kg, für 1 t Kohlen. An Stempeln werden auf dem Albertschachte für 100 t Kohlen 70 bis 90 Stück, auf Grube von der Heydt 60 bis 135 Stück und im Durchschnitt für 100 t auf letzterer Grube etwas mehr als auf dem Albertschachte verbraucht, da auf die breiteren Streben weniger Mauerpfeiler kommen.

Diese Abbaumethode ist besonders in der einen Art »zum breiten Blick« für den Wetterzug am günstigsten, weil sich keine Ansammlungen von schlagenden Wetter bilden können und der Wetterstrom auf dem kürzesten Wege durch den Abbau streicht<sup>1)</sup>.

**54. Schwebender StREBBAU.** — Der schwebende StREBBAU wird bei streichender Lage der Schlechten, und — wenn keine schlagenden Wetter vorhanden sind — bei nicht zu steilem (10 bis 30°) Einfallen des Flötzes angewendet. Soll die Förderung in den schwebend nachzuführenden Strecken mit Schleppern erfolgen, so darf das Einfallen nicht mehr als 5° betragen. Ist dasselbe steiler und will man wegen der streichenden Lage der Schlechten nicht auf schwebenden Abbau verzichten, so müssen die Förderstrecken als Bremsberge eingerichtet werden.

Ein Beispiel ist durch Fig. 260 dargestellt, in welcher A den einziehen-

1) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 6, S. 40.

den Förderschacht,  $H$  den Wetterschacht,  $a$  die Hauptförderstrecke (Grundstrecke, Sohlenstrecke) bedeutet. In letzterer geht auch der Hauptwetterstrom nach entfernteren Abbaufeldern. Die Strecke  $b$  führt jedem Streb einen Teilstrom zu, während  $c$  als Wetterstrecke dient, die verbrauchten Wetter der entfernter liegenden Strebbe aufnimmt und dem Wetterschachte  $K$  zuführt. Die verbrauchten Wetter müssen in besonderen Kanälen

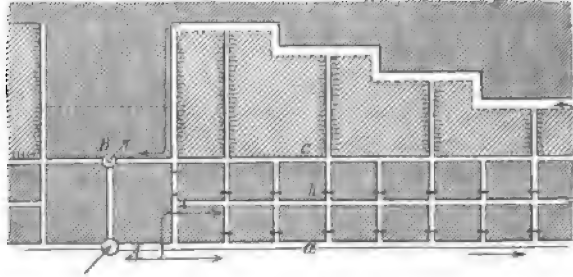


Fig. 260. Schwebender Strebbau.

(Wetterbrücken — air crossings) über die aus der Strecke  $b$  kommenden frischen Teilströme hinweggeführt werden.

In England<sup>1)</sup>, wo Strebbau in Nottinghamshire, Yorkshire, Midland u. s. w. vielfach eingeführt ist, beträgt die Länge der Strebstöße (stalls) zwischen 5 und 27 m, je nach der Festigkeit des Hangenden, während die streichende Länge eines ganzen Strebs zwischen 800 bis 4800 m schwankt<sup>2)</sup>.

Fernere Beispiele liefern die Gruben Neu-Essen bei Altenessen<sup>3)</sup>, ferner diejenigen der Concession Sacrée Madame bei Charleroi<sup>4)</sup>, bei Kinneil (Schottland)<sup>5)</sup> u. s. w.

Auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken wird das Mariaflötz auf der zweiten Tiefbausohle mit schwebendem Strebbau abgebaut.

In diesem Flötz, welches einschließlich zweier Bergemittel von zusammen 32 cm eine Mächtigkeit von 1,60 m sowie ein Einfallen von 18° hat, beträgt die Breite der Strebstöße 25 cm, so daß von jeder der schwebenden 2 m breiten Strecken aus, welche als zweitrümmige Bremsberge mit leicht transportablen Bremsscheiben eingerichtet sind, 11,5 m streichend nach beiden Seiten hin abgebaut werden. Die Strebhöhe ist 120 bis 140 m.

In ähnlicher Weise wird das Karlflötz derselben Grube (1 m mächtig) abgebaut.

**55. Leistungen und Kosten.** — Auch beim schwebenden Strebbau bildet in Saarbrücken die Belegung auf nur eine Schicht zur Zeit die Regel. Dabei beträgt:

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869, S. 403.

2) Exploitation et réglementation des mines à grisou. II. Angleterre, S. 170.

3) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 359.

4) Ebenda 1869, Bd. 7, S. 472.

5) Ebenda 1856, Bd. 3, S. 32.

Auf nebenbezeichneten Gruben und Flötzen	Geislauntern	Friedrichsthal	Gerhard	
	Nr. 6	Liegendes Flötz	Karl	Maria
Die durchschn. Häuerleistung in 1 Schicht, t . .	1,1	1,825	1,46	1,47
Die durchschn. Arbeiterleistung in 1 Schicht, t . .	0,9	1,5	1,21	1,25
Das Normalgedinge für 1 t Kohlen, $\mathcal{M}$ . . . . .	2,4 bis 3,6	2,65	2,5 bis 3,2	2,6
			Das Durchschnittsgedinge betrug im Jahre 1883/84	
			2,73 $\mathcal{M}$	2,50 $\mathcal{M}$
			für 1 t Kohle	

Der Pulververbrauch stellt sich für das Flötz Nr. 6 der Grube Geislauntern auf 0,3, für das liegende Flötz der Grube Friedrichsthal auf 0,11, für das Karl- und Mariaflötz der Grube Gerhard auf 0,11 bzw. 0,088 kg für die Tonne Kohlen.

An Stempeln werden auf diesen Flötzen beim schwebenden Pfeilerbau bzw. 70, 60, 111 und 43 Stück für 100 t Kohlen verbraucht.

**56. Diagonaler Strebbau.** — Beim diagonalen Strebbau ist die Richtung des Abbaues und diejenige der nachgeführten Förderstrecken eine diagonale (Fig. 261). Ähnlich

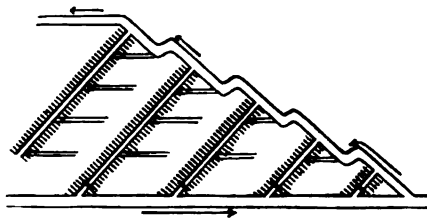


Fig. 261. Diagonaler Strebbau.

wie beim streichenden Strebbau kann man auch hier, um eine bequemere Förderung vor den Strebstößen zu erreichen, am Ende der Diagonalen kurze (streichende) Hilfsförderstrecken nachführen, wie dieselben in Fig. 261 angedeutet sind.

Mit dem schwebenden hat der diagonale Abbau den Vorteil über-

ein, daß man ein Abbaufeld von bedeutender Länge mit sehr vielen Angriffspunkten abbauen, also eine hohe Fördermenge erzielen kann, was beim streichenden Abbau nicht möglich ist, ohne die Förderung bis auf die untere Grundstrecke erheblich zu erschweren.

Allerdings sind auch für den diagonalen Abbau, wenn man keine Bremsvorrichtungen in den Diagonalen anbringen will, ein Einfallen von nicht über 15°, sowie außerdem das Nichtvorhandensein von schlagenden Wettern unerläßliche Vorbedingungen.

**57. Abbau des Mansfelder Kupferschieferflötzes.** — Beim Abbau des Mansfelder Kupferschieferflötzes<sup>1)</sup> war früher der diagonale Abbau ausschließlich in Anwendung. Die Förderstrecken lagen dabei 60 m auseinander. Später teilte man eine Abbauhöhe von 300 m durch söhlige Förderstrecken in drei Teile, baute aber von den Hauptstrecken aus nach wie vor mit Diagonalen ab — kombiniertes Streckensystem.

Seit dem Jahre 1856 legt man die söhligen Strecken nur 40 bis 60 m auseinander, beschränkt so die Diagonalen auf kurze Längen an der Mündung der Hauptstrecken und hat damit streichenden StREBBau eingeführt, bei welchem aber die schräge Richtung des Strebs dieselbe, der Richtung der Schlechten entsprechende geblieben ist.

Da in den Hauptförderstrecken, welche durch Nachreißen des Nebengesteins genügende Höhe erhalten, große Förderwagen gehen, so hat man durch tunlichste Einschränkung der Diagonalen, und damit der Förderung mit kleinen Flötzhunten, eine wesentliche Besserung der Förderleistung bei geringeren Kosten erzielt.

#### e. StREBBau mit Pfeilern.

(Exploitation par massifs longs. — Single or double stall and pillar work.)

**58. Allgemeines.** — Der StREBBau mit Pfeilern oder der vereinigte Streb- und Pfeilerbau bildet den Übergang von dem einen zum andern. Er besteht im allgemeinen darin, daß man strebbauähnlich mit 18 bis 20 m breiten Strecken vorgeht, zwischen denselben aber Pfeiler von 20 m Stärke und darüber stehen läßt, welche demnächst von der Grenze des Baufeldes nach rückwärts abgebaut werden, und zwar zur Hälfte von je einer Abbaustrecke aus. Die letzteren werden beim Aufhauen derart mit Bergen versetzt, daß drei Strecken — eine in der Mitte und je eine an jedem Stoße — für Förderung und Wetterführung durch trockene Mauerung offen erhalten werden. Kann man wegen geringer Festigkeit des Hangenden den Strecken nicht die nötige Breite geben, so unterbleibt die mittlere Strecke.

Fehlt es bei diesem Abbauverfahren an Bergeversatz, so hilft man sich dadurch, daß man Schränke von altem Grubenholze in angemessenen Entfernungen aufstellt.

Der StREBBau mit Pfeilern wird angewendet, wenn die Verhältnisse zwar keinen reinen StREBBau zulassen, aber doch derart sind (Festigkeit des Hangenden, Gewinnung von Bergen), daß man den mit breiten Abbaustrecken verbundenen Vorteil der billigen Kohlengewinnung ausnutzen kann.

---

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864, S. 331. — Preuß. Zeitschr. 1871, Bd. 19, S. 266 ff.



59. **Strebbau mit Pfeilern in England<sup>1)</sup>.** — Man findet diese Methode zunächst auf den Kohlenwerken von Oak bei Manchester in der Lower Bank Mine. Von der Grundstrecke aus werden an den Grenzen großer Bauabteilungen schwebende Strecken getrieben, aus denen in 36,50 m Entfernung streichende Strecken von 9,14 m Breite angesetzt werden. Von diesen aus baut man die Pfeiler in schwebenden Abschnitten von 11 m Breite ab und stellt in der Mitte der letzteren durch Nachreißen der Sohle eine Förderstrecke her, in welcher auch die Wetter vorgehen, um in einem, im Bergeversatz ausgesparten Raume an einem der Stöße zurückzugehen (Fig. 262).

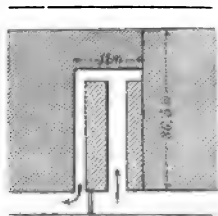


Fig. 262. Komb. Streb- und Pfeilerbau auf den Kohlenwerken von Oak in Manchester.

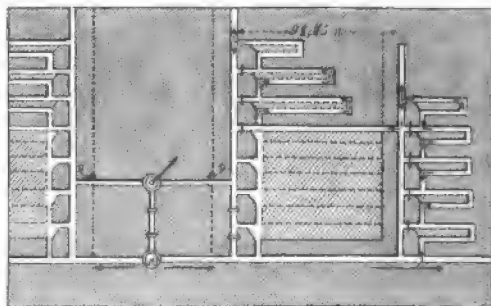


Fig. 263. Streichender komb. Streb- und Pfeilerbau in Wales.

Ein anderes Beispiel aus Wales mit streichenden Abbaustrecken von 4,27 bis 13,70 m Weite und Pfeilern von gleicher Stärke zeigt Fig. 263. Die Pfeiler werden, unter Belassung von 9 m starken Sicherheitspfeilern gegen die Grundstrecke und gegen das nächste Abbaufeld, streichend rückwärts abgebaut. Die Breite der durch schwebende Strecken hergestellten Baufelder beträgt 45 bis 90 m.

Bei gutem Hangenden gibt man den Abbaustrecken die größere Breite von 13,50 m und stellt im Bergeversatz auf beiden Seiten Förderstrecken her — double stall and pillar work.

Bei weniger gutem Hangenden gibt man den Baufeldern 100 bis 150 m Breite und 230 bis 300 m Höhe und treibt bei flachem Einfallen und weniger festem Dachgestein schmalere schwebende Strecken als in Fig. 262, in 20 m Abstand mit nur einer Förderstrecke an dem einen und mit einem Wetterkanale am andern Stöße (single stall).

Auch mag an dieser Stelle noch eines in Nord-Wales angewendeten Abbausystemes (Wicket system) gedacht werden, bei welchem Abbaufelder von 120 m flacher Höhe und 560 m Länge, am äußersten Ende der Grund-

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869, S. 404 ff. — Preuß. Zeitschr. 1902, Bd. 50, S. 311.

strecken beginnend, mit schwebenden Strecken von 18 m Breite abgebaut werden (Fig. 264). Die 6 m starken Pfeiler giebt man verloren.

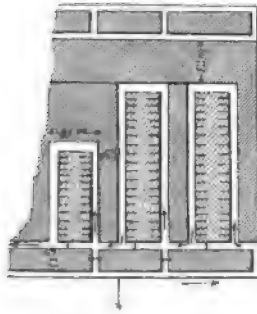


Fig. 264. »Wicket Systeme in Nord-Wales.

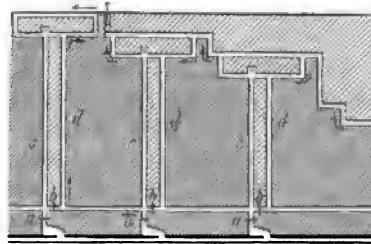


Fig. 265. Schwebender komb. Streb- und Pfeilerbau auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken.

60. Rückbau langer Strebstöße in England<sup>1)</sup> (long wall working home). — Auch in England ist, um die Offenhaltung der Förderstrecken im Bergeversatz zu umgehen, an einzelnen Stellen (Manchester, Lancashire) eine der vorigen ähnliche Abbaumethode eingeführt, welche sich dem Pfeilerbau noch mehr nähert. Man treibt nämlich je nach der Festigkeit des Hangenden mehr oder weniger breite, aber möglichst wenige Parallelstrecken — etwa eine Grundstrecke mit Wetterstrecke in 12 m Abstand — 1000 bis 1600 m weit in das Feld und baut eine dadurch, sowie durch eine obere Grundstrecke, bzw. durch alten Mann gebildete lange Abteilung in Pfeilern ab (Lancashire, Lund-Hill, Yorkshire). Zwischen zwei langen Abteilungen bleibt eine Kohlenwand stehen, um den alten Mann auf beiden Seiten abzusperren. Diese Kohlenwand wird ganz zuletzt, so weit es möglich ist, ebenfalls abgebaut.

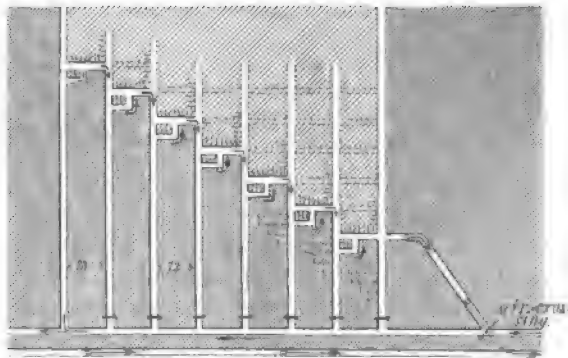


Fig. 266. Rückbau langer Strebstöße in Doe Mine.

Der Abbau der Pfeiler geschieht entweder in schwebenden oder in streichenden Abschnitten.

Im ersten Falle richtet man die langen Abteilungen von hinten her

1) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 26, S. 70ff. — Expl. et régl. des mines à grisou. Paris 1881. II. Angleterre, S. 153.

mit streichenden Parallelstrecken vor und bildet damit Pfeiler von 18 bis 40 m Stärke, welche in schwebenden Abschnitten von 7 bis 11 m Breite abgebaut werden. Dabei bilden die Abbaustöße, je nachdem man die Pfeiler nach einander oder gleichzeitig (Lund-Hill) in Angriff nimmt, entweder treppenförmige Absätze oder sie liegen in einer streichenden Linie.

In Doe Mine (Pendlebury) stellt man durch schwebende Strecken Pfeiler von 73 m Stärke her (Fig. 266) und baut von oben nach unten in streichenden Abschnitten, oder mit abgesetzten Stößen (s. die punktierten Linien), wie in Rams Mine (Pendlebury) ab.

Liefert das einbrechende Hangende genügendes Material, so führt man vor dem alten Mann trockene Mauerung auf, erleichtert dadurch das Rauben der Stempel und Schränke und verbessert die Wetterführung.

#### f. Weitungsbau mit Bergeversatz.

**61. Weitungsbau im Rammelsberge bei Goslar.** — Zu den Abbaumethoden mit Bergeversatz gehört noch diejenige Art des Weitungsbaues, welcher in den oberen, mächtigen Teilen des Rammelsberger Erzlagern bei Goslar in Anwendung war<sup>1)</sup>.

Mit dem Aufrücken der Weite wurde Bergeversatz nachgeführt, welcher, wie auch jetzt noch für den Abbau in den weniger mächtigen, tieferen Lagerteilen vom Tage hereingeschafft wurde.

Von der mit trockener Mauerung ausgebauten Feldortstrecke aus wurden im Bergeversatz Rollen mit in die Höhe geführt, welche aber nur von Sohle zu Sohle reichten.

Dieselbe Abbaumethode findet man in den mächtigen Eisenerzlagern Schwedens (Gellivare, Grengesberg u. s. w) unter dem Namen Firstenbau. Vergl. 87.

### 2. Abbaumethoden ohne Bergeversatz.

**62. Allgemeines.** — Der Bergeversatz war, abgesehen vom Strossenbau, bei steil fallenden und mächtigen Lagerstätten schon deshalb notwendig, um beim Abbau eine Sohle zu schaffen. Diese Notwendigkeit wurde in allen denjenigen Fällen unbequem und kostspielig, wo die Lagerstätte durchweg bauwürdig war, wie bei den stockartigen Kohlenflötzen in Frankreich. (49.)

Sobald jedoch in solchen Fällen die Lagerstätte flach liegt, und somit das Liegende eine natürliche feste Sohle liefert, kann man den Bergeversatz umgehen.

<sup>1)</sup> Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von Hartmann. Freiberg 1864, S. 1 ff. — Serlo a. a. O. 1884, I, S. 591.

Dasselbe ist der Fall, wenn wenig mächtige Lagerstätten steil einfallen und beim Abbau keine genügenden Berge liefern, oder wenn das Nebengestein so fest ist, daß man mit dem Abbau weite Räume herstellen kann, ohne deren vorzeitiges Zusammenbrechen befürchten zu müssen.

#### a. Pfeilerbau<sup>1)</sup>.

**63. Anwendbarkeit des Pfeilerbaues.** — Ist eine plattenförmige Lagerstätte

- 1) zu mächtig, als daß man sie bequem und billig mit Bergeversatz abbauen könnte, oder hat sie
- 2) ein zu steiles Einfallen auch bei geringerer Mächtigkeit, oder
- 3) ein wenig haltbares, kurzlüftiges Hangendes,

so ist die Möglichkeit ausgeschlossen, die ausgehauenen Räume, wie beim Strebbau, zwischen den Schacht und die Arbeitspunkte zu legen, weil sie schwer offen zu erhalten sind.

Man sichert deshalb die Verbindung mit dem Schachte in der Weise, daß man ein Grubenfeld, oder einzelne Abteilungen desselben mit Vorrichtungsstrecken durchörtert und zwischen diesen Pfeiler stehen läßt, welche schließlich von hinten her nach rückwärts abgebaut werden, indem man das hangende Nebengestein hinter sich zu Bruche gehen läßt.

Während also beim eigentlichen Strebbau außer den Sohlenstrecken und etwaigen Mittelstrecken eine weitgehende Vorrichtung nicht erforderlich war, ist sie beim Pfeilerbau unerlässlich.

An einen bestimmten Fallwinkel ist der Pfeilerbau nicht gebunden, hat aber den Nachteil, daß er viel Holz beansprucht, welches man allerdings soweit als möglich wieder zu gewinnen (zu »rauben«) sucht.

Außerdem ist die Oberfläche der durch die Vorrichtungsstrecken freigelegten Kohle beim Pfeilerbau eine sehr große, infolgedessen findet eine weit stärkere Entgasung derselben statt, was ungünstig auf die Backfähigkeit beim Verkoken einwirkt, auch die Wetter verschlechtert.

Endlich ist wegen der notwendigen Vorrichtung durch ausgedehnten Betrieb enger Strecken die Leistung geringer und die Gewinnung teurer als beim Strebbau, so daß Pfeilerbau nur anzuwenden ist, wenn der an und für sich vorteilhaftere Strebbau oder die Vereinigung von beiden (58 bis 60) nicht möglich sein sollte.

<sup>1)</sup> Berggeist 1868, Nr. 78, Beilage. (Über das Nachbrechen der Schichten des Steinkohlengebirges.) — Preuß. Zeitschr. 1867, Bd. 15, S. 73. — Glückauf. Essen 1867, Nr. 21 ff. — Berggeist 1871, Beilage 18. (Pfeilerbau in Pennsylvanien.) — Des affaissements du sol produits par l'exploitation houillère par G. Dumont, in Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1872, Nr. 40. — Notiz über Sinken der Gebirgsschichten beim Pfeilerbau und Strebbau in Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 369. — Vergl. auch S. 241.

**64. Regeln für den Pfeilerbau.** — Je druckhafter das hangende Nebengestein einer Lagerstätte ist, um so teurer wird die Unterhaltung des Ausbaues in den Vorrichtungsstrecken.

Um diesen Übelstand zu vermeiden, muß man die Weite der Strecken bei schlechtem Hangenden möglichst einschränken und bei mächtigen Lagerstätten nur gewöhnliche Streckenhöhe anwenden, da man die stehen gelassene Kohle später beim Gewinnen der Pfeiler mit abbauen kann.

Muß man aber das Hangende entblößen, dann sollte man die Zahl der Strecken auf das möglichste, d. h. soweit es die Anforderungen an die Höhe der Förderung und an die Zahl der Arbeitspunkte irgend gestatten, einzuschränken suchen, indem man z. B. mindestens eine Strecke um die andere fehlen läßt, und eine solche erst dann treibt, wenn der Abbau bald nachfolgen kann.

Am vollkommensten könnte dies Ziel erreicht werden, wenn man mit nur einer Grundstrecke nebst Wetterstrecke zunächst streichend bis etwa 200 m vor der Markscheide, dann schwebend bis zur oberen Feldesgrenze vordringen, hier die ersten Abbaustrecken ansetzen, die unteren allmählich nachfolgen lassen und nun, wie es ohnehin allgemeine Regel ist, am Ende der obersten Abbaustrecke den Abbau nach rückwärts beginnen würde.

Da ein solches Vorgehen jedoch selten möglich, auch wegen zu langen Ausbleibens der Erträge nicht vorteilhaft ist, so schlägt man zweckmäßig einen Mittelweg ein, indem man das ganze Grubenfeld in kleinere Abbaufelder zerlegt und innerhalb derselben so verfährt, wie es oben beschrieben wurde. (Vergl. Wicket-system 59.)

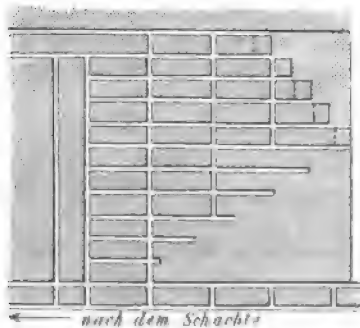


Fig. 267. Pfeilerabbau.

Danach sollen also die obersten Strecken, deren Pfeiler zuerst zum Abbau kommen, am weitesten vorgeückt sein, während demnächst die Abbaue so liegen müssen, daß jeder Pfeiler auf zwei Seiten alten Mann hat (Fig. 267). Allerdings müssen dabei zwischen den einzelnen Baufeldern Sicherheitspfeiler stehen bleiben, welche man aber, sofern

man ihnen genügende Stärke gibt, später gewinnen kann.

Die Wetterversorgung der Ortsbetriebe und Abbaue wird dadurch erreicht, daß man die Pfeiler in angemessenen Entfernungen mittels Aufhauen oder Durchhieben durchörtert, immer nur die dem Orte zunächst befindlichen offen läßt, die andern aber durch Wetterverschlüsse abschließt. Bei Anwesenheit von Schlagwettern muß eine sorgfältige Wetterversorgung eintreten — vergl. Sonderventilation.

Anstatt der Wetterdurchhiebe stellt man bei steilerem Einfallen in sehr zweckmäßiger Weise weite Bohrlöcher her (I. Abschn. 72 ff.).

Die Wetterdurchhiebe sollen aber nicht allein für die Wetterführung, sondern auch zur Kontrolle der Pfeilerstärke dienen.

Bei festem Hangenden kann man diese Aufhauen in einer und derselben schwebenden Linie ansetzen, andernfalls ist es aber besser, jedes Aufhauen nach oben und unten auf die Mitte eines Pfeilers treffen zu lassen, weil damit das Hangende weniger entblößt wird.

In Oberschlesien stellt man Aufhauen so wenig als möglich her, bei einer Länge der Bremsbergfelder von 100 m z. B. nur an jedem Ende, 10 bis 12 m von den Bremsschächten entfernt, bei den 150 bis 200 m langen Bremsbergfeldern auf Königin Luise, Concordia und Ludwigsglück deren drei bis vier<sup>1)</sup>.

Auf den Gruben Dudweiler und Camphausen bei Saarbrücken ist ein streichender Pfeilerbau in Anwendung gekommen, bei welchem im Interesse der Sonderventilation (s. d.) die Abbaustrecken ohne Durchhiebe getrieben und bis zur Baugrenze in zwei wetterdicht getrennte Teile geschieden werden, wobei der eine Teil als Einziehstrecke für die frischen, der andere zum Ausziehen der verbrauchten Wetter dient<sup>2)</sup>. — (D. R. P. Kl. 5, Nr. 46576.)

#### a. Streichender Pfeilerbau.

**65. Allgemeines.** — Der streichende Pfeilerbau ist der am meisten angewendete, weil er sich bei jedem Fallwinkel anwenden läßt, so daß man mit ihm auch die aus allmählichen Veränderungen des Fallwinkels, z. B. bei Auftreten von Mulden und Sätteln entspringenden Schwierigkeiten am leichtesten überwinden kann.

Das Kohlenfeld wird durch eine Reihe, den Sohlenstrecken paralleler, sogen. Abbaustrecken in Pfeiler geteilt, welche von hinten her abgebaut werden.

Da der Ortsbetrieb teurer ist, als der Pfeilerbau, so muß die Weite der Strecken so groß genommen werden, als es die Festigkeit des Hangenden und der Kohle gestattet. Bei milder Kohle müssen die Pfeiler stärker bleiben, als bei fester, weil sie sonst dem Drucke des Hangenden nicht genügend widerstehen können.

Sind bei schwachen Flötzen die Abbaustrecken in Firste oder Sohle nachzureißen, um genügende Höhe für die Förderwagen zu beschaffen, so hat man sie am unteren Stoße so viel breiter zu hauen, daß die gewonnenen Berge versetzt werden können.

In Westfalen werden  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$ , in Oberschlesien  $\frac{1}{7}$  bis  $\frac{3}{7}$  der Kohlenmasse durch Ortsbetrieb gewonnen<sup>3)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 36.

2) Glückauf. Essen 1889, S. 433. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 153.

3) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 287; 1869, Bd. 17, S. 59.

Im allgemeinen hat man große Ortsbreiten und schwache Pfeiler bei schwach geneigten, wenig mächtigen Flötzen mit Bergemitteln und gutem Nebengesteine, das Umgekehrte bei mächtigeren, stark fallenden Flötzen mit wenig oder gar keinen Bergemitteln und vor allem mit druckhaftem Nebengesteine.

Zu schwache Pfeiler werden bei letzterem zerbröckelt und liefern zu viel Gruskohle, auch kommt das Hangende dabei so sehr in Bewegung, daß es beim Abbau der Pfeiler vorzeitig hereinbricht und damit große Kohlenverluste veranlaßt.

Sind die Pfeiler zu stark, so erschweren sie den Abbau gleichfalls durch häufiges Zubruchegehen, weil man das Hangende dabei in einer zu großen Fläche auf Stempel stellen muß, als daß diese dem Drucke genügend widerstehen könnten.

**66. Ansetzen der Abbaustrecken.** — Das Ansetzen der Abbaustrecken geschieht je nach dem flacheren oder steileren Einfallen der Lagerstätten von schwebenden Strecken, Diagonalen oder Bremsbergen aus.

Schwebende Strecken sind nur bei einem Einfallen bis  $5^\circ$  zulässig, ebenso dürfen die Diagonalen kein größeres Ansteigen haben, weil sonst der leere Wagen durch zwei Wagenstöße heraufgebracht werden muß.

Diagonalen sollte man nur dann anwenden, wenn man bei dem genannten Ansteigen in gerader Linie diejenige äußerste Ecke des Abbaufeldes erreichen kann, in welcher der Pfeilerabbau beginnen soll. Bei größeren Förderwagen darf man sogar ein Ansteigen von  $4^\circ$  bis  $4\frac{1}{2}^\circ$  nicht überschreiten. In Saarbrücken geht man nur bis  $3\frac{1}{2}^\circ$ , wobei die Wagen auf Holzgestängen von selbst abwärts laufen; bei eisernen Gestängen genügt dazu schon  $1\frac{1}{2}^\circ$ .

Diagonalen haben, besonders bei steilem Flötzfallen, immer den Übelstand, daß sie an den Kreuzpunkten mit streichenden Strecken die Pfeiler in spitzen Winkeln schneiden, so daß jene leicht zerbröckeln.

Erreicht man bei dem oben genannten Ansteigen mit einer Diagonale die obere Baugrenze nicht in gerader Linie, so muß solches im Zickzack geschehen, wodurch die Förderlänge bedeutend vergrößert wird.

Im allgemeinen ist anzunehmen, daß hiernach  $15^\circ$  das Maximum des Flötzfallens bilden, wobei Diagonalen ohne die angeführten Übelstände anzuwenden sind. Darüber hinaus muß man die Abbaustrecken von Bremsbergen aus ansetzen.

Bei mächtigen Flötzen sind Diagonalen ganz zu vermeiden, denn der Abbau der spitzen Pfeilerecken ist in diesem Falle ohne große Kosten und Gefahren kaum auszuführen<sup>1)</sup>.

Bei  $5^\circ$  Fallen der Diagonale, 250 m Länge derselben und  $20^\circ$  Flötzfallen beträgt die durch die Diagonale erreichte Abbauhöhe nur 63 m.

1) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 5, S. 114.

Bei solchem Fallen des Flötzes beschränkt sich die Anwendbarkeit der Diagonalen auf kurze Feldesmittel, für welche die Anlage eines Bremsberges nicht lohnend sein würde.

**67. Bremsbergbetrieb.** — Bremsberge, Bremswege, Bremsfallstrecken (plans automoteurs; — self acting inclined plans) werden in der Fallungslinie der Lagerstätten angelegt. Am Kopfe der Bremsberge sind Bremsvorrichtungen angebracht, mit deren Hilfe die vollen Förderwagen hinab und die leeren hinaufbefördert werden. Sie sind nicht an ein Maximum des Fallwinkels gebunden (bei  $90^\circ$  werden sie zu Bremsschächten), wohl aber an ein Minimum, obwohl sich dieses durch Vermehrung der Wagenzahl, Ausgleichung des Seilgewichtes durch konische Körbe, steileres Einfallen am oberen Ende u. s. w. wesentlich herabmindern läßt, wie in der Förderlehre spezieller besprochen werden wird. Bei hölzernen Schienen könnte man kaum unter  $15^\circ$  herabgehen, während bei Flügelschienen und den eben erwähnten Hilfsmitteln ein Abbremsen einzelner Wagen noch bei  $5^\circ$  und darunter möglich ist.

Da die Bremsberge gleichmäßig geneigt sein müssen, so verfährt man bei ihrer Herstellung in der Weise, daß man ein schmales Aufhauen zuerst auf dem Liegenden treibt und dann von oben nach unten erweitert, indem man zugleich nach einer ausgespannten Schnur, bzw. mit Hilfe von Setzwege und Gradbogen die Sohle und Firste reguliert. Bei schlagenden Wetterern ist es indes Regel, nicht aufzuhauen, sondern abzutiefen; nur ausnahmsweise, z. B. wenn eine obere Sohle fehlt, wird aufwärts gearbeitet, jedoch mit Hilfe eines kräftigen Ventilators und unter Nachführung einer Parallelstrecke, welche als Fahrüberhauen benutzt werden kann und von Zeit zu Zeit mit dem Bremsbergüberhauen verbunden wird.

Über die verschiedenen Arten der Bremsberge — ein und zweiträumige, solche mit unter- und nebenlaufendem Gegengewichte, mit und ohne Bremsgestelle — wird das Nähere in der Förderlehre besprochen werden. Hier kommen dieselben nur insofern in Betracht, als sie für die Vorrichtung und den Abbau der Baufelder wichtig sind.

In dieser Beziehung ist vor allem hervorzuheben, daß die Anlagekosten eines Bremsberges in richtigem Verhältnisse zur Dauer desselben, bzw. zur Größe der Baufelder stehen müssen. Im allgemeinen hat man die letzteren so groß zu nehmen, daß sie vollständig abgebaut sind, bevor der Bremsberg zu stark in Druck kommt. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, bei nicht festem Hangenden, sowie ganz besonders bei quellender Sohle zweiflügelige d. h. solche Bremsberge anzulegen, von denen aus nach beiden Seiten hin abgebaut werden kann. Dieselben sind auch dann vorteilhaft, wenn die Grundstrecke weit genug voraus ist und es sich darum handelt, rasch eine möglichst große Zahl von Angriffspunkten zu gewinnen.



Da man aber hierbei auf einer Seite des Bremsberges immer Rückförderung hat, so zieht man unter gewöhnlichen Verhältnissen die einflügeligen Bremsberge vor.

Die Abbaustrecken setzt man, um den Bremsberg nicht zu sehr in Druck zu bringen, in geringen Weiten an und erweitert sie erst bei etwa 10 m Länge. Auch macht man aus demselben Grunde wohl nur eine um die andere Strecke mit dem Bremsberge durchschlägig und verbindet sie mit den andern durch kurze Diagonalen.

Da das Betreten des Bremsberges, besonders bei steilem Flötzfallen, gefährlich ist, so muß auf jeder im Betriebe befindlichen Seite desselben ein Fahrüberhauen vorhanden sein.

Bei flachem Einfallen und einflügeligen Bremsbergen stellt man auch wohl einen Raum zum Fahren durch einen Verschlag an demjenigen Stöße her, von welchem aus keine Abbaustrecken abgehen.



Fig. 268.  
Ansetzen eines Bremsberges.

Damit ferner die in der Grundstrecke verkehrenden Personen gegen die Gefahren geschützt sind, welche beim Hinabstürzen eines Förderwagens oder des Gestelles entstehen können, setzt man den Bremsberg bei flachem Einfallen nicht direkt in der Grundstrecke, sondern etwas höher in der Fallungslinie an, indem man mit kleinen Diagonalen *a* und *b* hinaufgeht (Fig. 268). Das stehenbleibende Flötzstück dient als Schutzpfeiler, die leeren Wagen werden in der einen Diagonale hinaufgeschoben, die vollen in der andern hinabgestoßen und laufen dabei so weit, daß sich größere Wagenzüge von selbst aufstellen.

Bei steilem Einfallen setzt man den Bremsberg zu demselben Zwecke in der Grundstrecke an und verumbrucht diese im hangenden Nebengesteine, auch stellt man die Schutzbühne durch eine starke Stempelreihe her und erweitert die Grundstrecke an dieser Stelle.

Die Dimensionen der Bremsberge müssen möglichst geringe sein, um die Offenhaltung zu erleichtern, bei schlechtem Hangenden darf man deshalb keine breiten doppeltrümmigen Bremsberge, oder solche mit nebenlaufendem Gegengewichte herstellen.

**68. Rollochsbetrieb.** — Rollöcher werden beim Pfeilerbau in der Regel durch Pfostenverschlüsse in Fahrüberhauen hergestellt. Sie dienen zum Abstürzen der Kohle in Flötzen von nicht unter 30 bis 35° Fallen, wenn etwa die Anlage von Bremsbergen wegen kurzer Feldeislänge nicht lohnt, oder wegen zu druckhaften Nebengesteins zu schwierig ist, während man Rollöchern nur geringe Dimensionen zu geben braucht.

Offene Rollen können zwar bei flacherem Fallen noch angewendet werden, wenn die Kohlen ohne Aufenthalt abrollen, wobei sie jedoch sehr zerkleinert werden. Will man das verhindern, was nicht nötig ist, wenn die Gruskohlen ohne weiteres zum Verkoken geeignet sind, so hält man

derartige Rollen meist gefüllt. Allerdings rutschen dann bei flachem Einfallen die Kohlen schlecht.

Um das Abrutschen zu erleichtern und die Kohlen rein zu erhalten, verkleidet man das Liegende mit Brettern.

Rolllöcher haben noch den Nachteil, daß man den Arbeitern eine absichtliche Verunreinigung der Kohlen mit Bergen nicht nachweisen kann, weil immer mehrere Örter gleichzeitig auf eine Rolle angewiesen sind.

Bei Eisensteinflötzen und Erzlagern kommt die Zerkleinerung nicht in Betracht, weshalb man in denselben Rolllöcher mit Vorteil anwenden kann.

**69. Größe der Abbaufelder.** — Die Größe eines in Pfeiler zu zerlegenden Abbaufeldes läßt sich in bestimmten Zahlen nicht angeben. Die flache Höhe ist durch die Sohlenbildung bedingt, die streichende Länge steht im umgekehrten Verhältnisse zur Mächtigkeit des Flötzes und zum Drucke des Nebengesteins, damit vor erfolgtem Abbau kein Auswechseln der Zimmerung in Bremsbergen und Strecken notwendig wird. Auch verschlechtern sich die Kohlen, wenn die Pfeiler zu lange stehen.

In Westfalen hat man eine streichende Länge von 200 bis 300 m, geht aber bei mächtigen Flötzen und druckhaftem Nebengesteine, besonders aber bei quellender Sohle (creeps in England), bis auf 100 m herab<sup>1)</sup>.

Auch in Saarbrücken und in Oberschlesien sind ähnliche Feldeslängen üblich.

**70. Abbau der Pfeiler.** — Der Abbau der Pfeiler erfolgt entweder streichend mit der vollen Pfeilerstärke als Abbaustoß, oder in schwebenden Abschnitten.

Der streichende Abbau ist bei steilem Einfallen der allein zweckmäßige, aber auch, wenn es die Lage der Schlechten erfordern sollte, bei flachem Einfallen möglich. Im letzteren Falle kann man gewöhnlich bis zum oberen alten Mann abbauen, während bei steilem Einfallen das Hereinrollen der Berge dadurch verhindert wird, daß man eine »Schwebe« von 1 m Stärke stehen läßt, oder auf der oberen Ortsohle einen Stempelschlag herstellt.

Vor hohen Pfeilern baut man firstenartig in abgesetzten Stößen ab; die unteren Stöße müssen den oberen genügend weit voraus sein, damit die Arbeiter gegen herabfallende Kohlen geschützt sind.

Auf den steil stehenden sogen. rechten Flügeln der Kohlenflötze im westlichen Teile der Wormmulde hat sich ein strossenartiger Abbau<sup>2)</sup> der Pfeiler in Bezug auf Sicherheit der Arbeiter und reine Gewinnung der Kohlen am besten bewährt, obwohl sich die Gewinnungskosten im Verhältnis zu dem Abbau auf den steilen Flötzflügeln sehr hoch stellen.

1) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 291; 1862, Bd. 10, S. 32

2) Ebenda 1869, Bd. 17, S. 61. — Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. 1881, S. 115.

Bei streichendem Abbau der Pfeiler muß der Raum vor dem Kohlenstoße durch Stempel frei gehalten werden. Da dieses aber bei großer Flötmächtigkeit schwer ausführbar ist, so baut man in solchem Falle und bei flacher Lagerung mit schwebenden Abschnitten ab, was u. a. in Oberschlesien noch dadurch geboten ist, das die Schlechten in den meisten Flötzen parallel dem Streichen liegen.

Die Breite der Abschnitte richtet sich nach der Festigkeit des Hangenden. In Saarbrücken beträgt sie 6 bis 8 m, in Oberschlesien  $4\frac{1}{2}$  bis 6 m.

In mächtigen Flötzen, in denen die Abbaustrecken in Ortshöhe getrieben werden, beginnt der Abbau der Pfeiler damit, daß man in der Strecke bis zum Hangenden in die Höhe bricht und nunmehr mit der vollen Mächtigkeit bis zur oberen Abbaustrecke auffährt. Von da an kann man je nach Umständen streichend oder mit schwebenden Abschnitten fortfahren.

Bei der in Belgien üblichen exploitation par rabatage (Pfeilerrückbau)<sup>1)</sup> werden auch die Pfeiler in Streckenhöhe und einzelnen Abschnitten angegriffen, worauf man die stehen gebliebene Kohlenbank rückwärts abbaut.

Geht das Hangende vor vollendetem Abbau eines Pfeilers zu Bruche, so muß mit einem neuen Aufhauen begonnen werden, indem man zum Schutze gegen den alten Mann einen Streifen Kohle (»ein Bein«) stehen läßt<sup>2)</sup>.

**71. Rauben der Zimmerung.** — Auf den Abbau eines Pfeilerabschnittes folgt das Rauben der reihenweise gestellten und bei brüchigem Hangenden mit Anpfählen versehenen Stempel (VI. Abschn. 20) und zwar nicht allein, um die Stempel wieder zu gewinnen und in weniger mächtigen Flötzen noch einmal zu verwenden, sondern vornehmlich, um das Hangende zu Bruche zu werfen. Geschähe dies nicht, so würde das Gewicht des hangenden Nebengesteins über dem abgebauten Flötzteile gleichzeitig auf die im Abbau befindlichen Pfeiler drücken.

Ist das Hangende so fest, daß es auch nach dem Rauben der Stempel und nachdem man mehrere Abschnitte abgebaut hat, nicht zu Bruche gehen will, so muß man solches, besonders bei mächtigen Flötzen, durch Abschießen passend angesetzter Bohrlöcher zu befördern suchen, bevor der abgebaute Raum zu groß wird, weil durch plötzliches Hereinbrechen des Hangenden und durch die damit verbundene heftige Lufterschütterung Gefahren für die Einrichtungen und auch für die Belegschaft herbeigeführt werden können.

Derartige offene Räume (»Glocken«) bieten ferner Gelegenheit zum Ansammeln größerer Mengen von schlagenden Wetter, welche beim Bruche

1) Ch. Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885, S. 239. — Arten des Abbaues mächtiger Steinkohlenflötze, von Fr. Delafonde. Ann. des mines (VII) 19, S. 253.

2) Über eine besondere Art des streichenden Pfeilerbaues, bei welchem die Pfeiler nur 25 m lang und  $12\frac{1}{2}$  m hoch waren, vergl. Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17, S. 59, 60.

plötzlich in die Baue getrieben werden, und sind auch Veranlassung, daß die frischen Wetter sich verlieren.

**72. Abbau der Pfeiler in den mächtigen Flötzen Oberschlesiens<sup>1)</sup>.** — Während sich das bisher Gesagte auf Flötze von geringerer Mächtigkeit bezog, bei denen der Abbaustoß vom Hangenden bis zum Liegenden reicht, müssen hier die zum Teil noch gebräuchlichen Einrichtungen des Abbaues bei den bis 9 m mächtigen ober-schlesischen Flötzen erwähnt werden, nämlich der erstenbau- und strossenbauähnliche Abbau bei der in Oberschlesien vorwiegend gebräuchlichen Vorrichtung mit streichenden Abbaustrecken und schwebenden Pfeilerabschnitten.

Beim Firstenbau geht man mit dem Einbruche mittels Schießarbeit oder seltener, und zwar nur bei Vorhandensein eines geeigneten Berge-mittels, mit Unterschrämen am Liegenden vor und gewinnt das Übrige durch Schießarbeit, wobei man etwa von Meter zu Meter Stempelreihen mit je einer Kappe und dem nötigen Verzuge am Hangenden herstellt.

Obgleich dabei die Arbeiter in sehr unbequemer und gefährlicher Weise auf hohen Fahrten stehend arbeiten müssen, so ist diese Methode dennoch die vorherrschende, weil sie noch den geringsten Holzaufwand beansprucht und die Arbeiter daran gewöhnt sind.

Beim strossenähnlichen Pfeilerbau geht man zuerst in der Firste genügend weit vor und baut die übrige Mächtigkeit in Strossenstößen ab, inman auf denselben verlorene und allmählich gegen längeres Holz auszuwechselnde Stempel setzt.

Diese Methode bietet wohl größere Sicherheit für die Arbeiter, weil man die Beschaffenheit des Hangenden am besten übersehen kann, auch zerschlagen sich die Kohlen nicht in dem Maße, wie beim Firstenbau, aber der Holzverbrauch ist ein so großer, daß sich diese Methode wenig Eingang verschafft hat, und überall da, wo sie in Anwendung stand, wieder aufgegeben ist.

**73. Leistungen und Kosten.** — Die Häuerleistung beim streichenden Pfeilerbau auf den Fettkohlengruben bei Saarbrücken stellt sich für die Gruben Dechen und König wie folgt:

Es werden gewonnen	Dechen t	König t
Durch Abbaustrecken . . . . .	1,61—4,45	1,80—3,20
Durch Pfeilerrückbau . . . . .	3,37—7,57	1,86—5,30

Werden Häuer und Schlepper zusammengenommen, so ist die Arbeiterleistung pro Schicht die nachstehende:

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 33; 1858, Bd. 5, S. 114.

Es werden gewonnen	Dechen t	König t
Durch Abbaustrecken . . . . .	1,43—2,56	1,22—3,65
Durch Pfeilerrückbau . . . . .	2,30—5,50	1,30—4,89

Die Normalgedinge betragen pro 1 t Kohlen in Mark:

	Dudweiler	Altenweiler	König
Für Abbaustrecken	1,26—3,00	1,80—3,40	1,50—2,80
Für Pfeilerrückbau	1,00—1,80	1,10—1,80	1,30—2,50

Der Pulververbrauch ist sehr schwankend; während er auf einzelnen Flötzen der Fettkohlengruben = 0 ist, beträgt er in andern Fällen in den Abbaustrecken bis 0,75 kg, beim Pfeilerrückbau 0,20 kg, und im Mittel auf den Fettkohlengruben etwa 0,1 kg pro t. Auf den Flammkohlengruben ist der Pulververbrauch höher.

An Stempeln werden beim Abbaustreckenbetriebe und Pfeilerrückbau nur ausnahmsweise mehr als 35 bis 50 Stück von der der Flötmächtigkeit entsprechenden Länge pro 100 t Kohlen verbraucht.

### β. Diagonaler und schwebender Pfeilerabbau.

**74. Anwendbarkeit.** — Der diagonale und schwebende Pfeilerabbau wird bei flachem Flötzfallen von 8° bis 18° angewendet, wenn es die Lage der Schichten vorteilhaft erscheinen läßt, wenn ferner keine stärker einfallenden Teile im Flötz vorkommen und man eine größere Zahl von Angriffspunkten gewinnen, auch früher zum Abbau gelangen will, als es beim streichenden Abbau möglich ist.

Die Abbaustrecken erhalten dabei eine diagonale, bezw. schwebende Richtung, dürfen aber höchstens eine Neigung von 4° haben.

In Saarbrücken werden die Abbaustrecken mit 1,60 m Länge aus der Grundstrecke angesetzt, bei 8 m Länge aber breiter gehauen. Sind Berge vorhanden, so versetzt man sie im Niederstoße.

Die Nachteile dieser Methode bestehen im wesentlichen darin, daß sie beim Vorhandensein schlagender Wetter gefährlich, auch bei stärkerem Fallen des Flötzes nicht anwendbar ist.

**75. Leistungen und Kosten.** — Auf der Grube Gerhard stellte sich im Jahre 1883/84 das Durchschnittsgedinge für 1 t Kohlen beim schwebenden Pfeilerbau:

	Heinrichflötz	Beustflötz
Abbaustreckenbetrieb. . . . .	1,81 M	1,97 M
Pfeilerbau . . . . .	1,61 -	1,78 -
Im Durchschnitt. . . . .	1,76 -	1,87 -

Der Pulververbrauch betrug:

Auf nebenstehenden Gruben und Flötzen	Friedrichsthal		Heinitz	Gerhard		Kohlwald	
	Metz	80 cm- Flötz	Thiele	Heinrich	Beust	Kallen- berg	Serlo
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Beim Abbaustrek- kenbetrieb . . .	0,19	0,55	0,622	0,139	0,09	0,028	0,020
Beim Pfeilerabbau.	0,08	0,09	0,035	0,059	0,059	0,032	0,026

An Stempeln werden für 100 t Kohlen 30 bis 75, im Mittel gegen 60 Stück verbraucht.

#### γ. Beispiele von Pfeilerabbau.

76. **Pfeilerbau in England<sup>1)</sup>**. — Der englische Steinkohlenbergbau ist mit Recht der Gegenstand allgemeiner Aufmerksamkeit der bergtechnischen Fachkreise, besonders wegen seiner großen Produktion und wegen der geringen Selbstkosten. Diese sind um 40% billiger, als durchschnittlich in Belgien und Frankreich. Außerdem beträgt die Hauerleistung 320 Tons pro Jahr und Arbeiter gegen 145 Tons in Frankreich<sup>2)</sup>.

Diese Überlegenheit ist begründet in der Regelmäßigkeit der Flötze, in der Festigkeit des Dachgebirges, welche den Holzverbrauch auf ein Minimum herabdrückt, in geringen Wasserzuflüssen, endlich im Reichtume der Ablagerung und in dem seltenen Vorkommen von Störungen.

Im allgemeinen ist, abgesehen von dem Strebbau mit Pfeilern, dem Rückbau langer Strebstöße und dem reinen Strebbau auf flach fallenden Flötzen in Wales, Lancashire, Yorkshire u. s. w. auch der Pfeilerbau (working by posts and stalls, w. b. pillars and stalls) sehr verbreitet und in mancherlei Abarten ausgeführt, je nachdem es die Festigkeit von Kohle und Dach, das Entstehen von »creeps« durch Aufquellen des Liegenden u. s. w. mit sich bringen.

Der Abbau wird streichend, schwebend und diagonal geführt. Long work ist ein Abbau, bei welchem durch schwebende Strecken Baufelder von 110 m Länge abgeteilt, sodann aber durch streichende Abbaustrecken (boards) vorgerichtet und von der Mitte aus nach beiden Seiten abgebaut

1) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 26. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869, S. 336. — Ponson a. a. O. sér. II, S. 534 ff. — Burat, Cours d'expl. 1876, S. 65. — Leuschner in Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 70.

2) Burat, Cours d'exploitation des mines. Paris 1876, S. 65.

werden<sup>1)</sup>, wie es auch zur Beschleunigung des Abbaues auf Ferdinand-grube bei Kattowitz in Oberschlesien geschieht<sup>2)</sup>.

Wo es die Rücksicht auf schlagende Wetter bedingt, wie in Newcastle, Staffordshire und Lancashire, geschieht die Vorrichtung und der Pfeilerabbau in einzelnen, durch Sicherheitspfeiler isolierten Baufeldern — pannels.

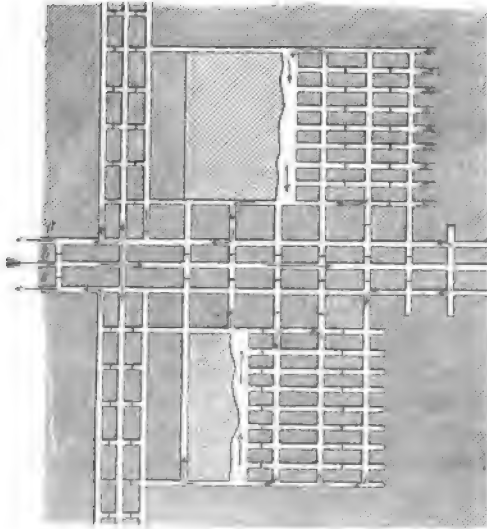


Fig. 269. Pfeilerbau in England (panel works).

Will man diese Sicherheitspfeiler später noch gewinnen, so erhalten sie eine größere Breite, sonst ist ihre Stärke so groß gehalten, als es zur Isolierung der Baufelder nötig ist.

In der Regel gehen vom Schachte drei Strecken *a*, *b*, *c* aus (Fig. 269), neben denen die pannels liegen, in der mittleren gehen die frischen Wetter vor, durchstreichen in Teilströmen die pannels (compound ventilation, splitting the air, VIII. Abschn. 107), und gehen in den beiden andern Strecken zurück.

Innerhalb der pannels werden durch 3 bis 4 m

breite Abbaustrecken zunächst größere Pfeiler hergestellt. Die Maße derselben sind im Flötz Hutten bei Eppleton 27,50 und 54,90 m, in Ryhope 27,4 und 36,7, in Allanshaw 22,85 und 30,48 m. Die Länge der Pfeiler liegt im Streichen, bei flachem Einfallen aber entweder parallel oder rechtwinklig zu den Schächten, je nachdem dieselben schwebend oder streichend sind.

Die verschiedene Art des Pfeilerverhiebes wird durch die Figuren 270, 271, 272 angedeutet<sup>3)</sup>. Danach teilt man die großen Pfeiler bei weniger festem Hangenden, wie in Ryhope (Fig. 270) durch Teilungsstrecken in kleinere von 5,47 und 7,34 m Seite und baut dieselben in der Richtung ihrer Länge ab, oder man gewinnt, wie in Haswell Mine (Fig. 271) und in Allanshaw (Fig. 272), die größeren Pfeiler ohne Teilung, indem man von den schwebenden Abbaustrecken aus in einzelnen Abschnitten, bezw. in abgesetzten Stößen nach beiden Seiten hin bis zur Hälfte des Pfeilers vorgeht.

1) Ponson a. a. O. S. 537.

2) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 39.

3) Expl. et régl. des mines à grisou. Paris 1881. II. Angleterre, S. 135 ff.

Die großen, durch die Festigkeit des Hangenden ermöglichten Streckenweiten bewirken, daß die Hauerleistung beim Betriebe der Strecken nahezu 75% von demjenigen beim Abpfeilern beträgt.

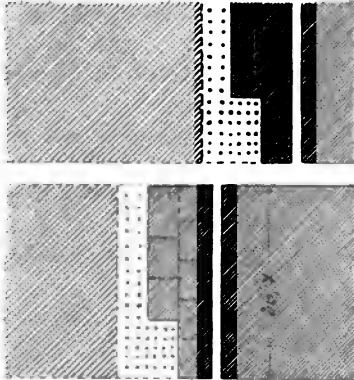


Fig. 270. Pfeilervertrieb in Ryhope.

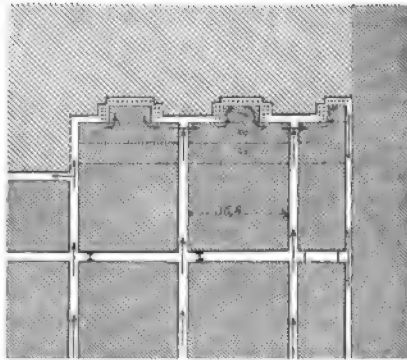


Fig. 271. Pfeilerbau in Haswell.

Andererseits bedingt diese Abbaumethode einen großen Abbauverlust (über 30%) dadurch, daß die Sicherheitspfeiler meistens verloren gegeben werden müssen. Auch begünstigen die großen Räume, welche sich bei der Festigkeit des Hangenden allmählich bilden, gefährliche Ansammlungen schlagender Wetter, welche bei fallendem Luftdruck oder bei dem schließlich doch einmal erfolgenden Zusammenbrechen in die Grubenräume hineingetrieben werden. Endlich werden die vielen Wettertüren und

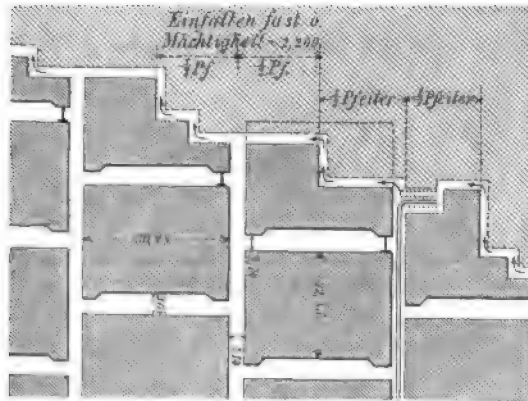


Fig. 272. Pfeilerbau in Allanshaw.

Wetterkreuzungen (cross-courses), durch welche der ein- und ausziehende Wetterstrom voneinander getrennt sind, bei Explosionen schlagender Wetter zertrümmert, die Nachschwaden verbreiten sich infolgedessen auch in die benachbarten Abteilungen (pannels), und ist damit der Zweck der



Absonderung durch die pannels wieder aufgehoben — Übelstände, welche allerdings zum Teil schon in der flachen, oft söhlgigen Lagerung begründet sind.

#### 2. Pfeilerabbau in Kohlenflötzen mit Bergemitteln.

**77. Geringe Mächtigkeit des Bergemittels.** — Bei Abbau von Flötzen, welche ein Bergemittel enthalten, kommt es hinsichtlich der Wahl der Abbaumethode in erster Linie auf die Festigkeit und Stärke des Bergemittels an.

Ist die Stärke gering, so baut man für jeden Pfeilerabschnitt die Unterbank und das Bergemittel zuerst ab, setzt die Oberbank auf Stempel und bänkt schließlich unter allmählichem Rauben der letzteren auch diese herein, oder man stellt in der Unterbank nur einen Einbruch von z. B. 1 m Tiefe her, entfernt sodann das Bergemittel und gewinnt schließlich die Oberbank.

Als Beispiel kann der Abbau des Sattelflötzes im Bismarck-Schachtfelde der Königsgrube in Oberschlesien angeführt werden<sup>1)</sup>. Dort ist das nach Westen hin anwachsende Bergemittel nur etwa 10 cm stark<sup>2)</sup>. Da aber Ober- und Unterbank verschiedene Beschaffenheit der Kohle haben (die 5 m mächtige Unterbank besteht aus sehr guter Fettkohle, die 2 bis 2½ m mächtige Oberbank hingegen aus Flammkohle), so baut man die Unterbank in jedem Pfeilerabschnitte zuerst ab und bänkt nachher die Oberbank herein. Bei der großen Festigkeit des Hangenden ist wenig Abbauverlust, auch sind die Stempel der Unterbank mindestens für den nächsten Pfeilerabschnitt von neuem zu gebrauchen.

**78. Größere Mächtigkeit des Bergemittels.** — Ist das Bergemittel mächtig und fest, so kann man nach vier Methoden vorgehen<sup>3)</sup>:

1) Man baut die obere Bank zuerst ab, läßt das Hangende zu Bruche gehen und nimmt nach einigen Jahren, wenn der Bruch sich gesetzt hat, die Unterbank in Angriff<sup>4)</sup>.

2) In beiden Bänken werden Vorrichtung und Abbau gleichzeitig vorgenommen, so jedoch, daß dieser in der Oberbank immer etwas voraus ist<sup>5)</sup>.

3) Die Vorrichtung findet allein in der Unterbank statt. Von hier aus werden nach Durchbruch des Bergemittels in der Oberbank kurze Strecken getrieben und sofort abgebaut, während die Unterbank nachfolgt. Als Beispiel<sup>6)</sup> werden die Flötze 11, 5 und 6 Handbank in Westfalen angeführt.

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 41, S. 42.

2) Ebenda 1880, Bd. 28, S. 198.

3) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 569.

4) Combes, t. II, S. 230. — Ponson a. a. O. t. II, S. 481. — Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8, S. 182 u. 186. — Karsten und v. Dechen, Archiv. R. I, Bd. 2, H. 2, S. 39.

5) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8, S. 175; 1857, Bd. 4, S. 95.

6) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 570.

4) Man bringt in die zuerst abgebaute Unterbank einen dichten Bergeversatz ein und nimmt, auf diesem stehend, die Oberbank in Angriff<sup>1)</sup>. Als Beispiel neuerer Art wird die Zeche Felix bei Niemce in Polen genannt<sup>2)</sup>, auf welcher ein streichender Pfeilerbau im Gange ist. Die Berge werden aus der Halde genommen, damit also die Gewinnungskosten erspart, so daß für den Zentner nur 1,9  $\mathcal{R}$  Versatzkosten entstehen. Große Festigkeit des Hangenden ist bei dieser Methode Vorbedingung.

#### c. Pfeilerbau in Braunkohlenflötzen<sup>3)</sup>.

**79. Pfeilerabbau im Bezirke des Oberbergamtes Halle.** — Die Braunkohlenflötze der Provinz Sachsen in der Umgegend von Halle und Staßfurt zeigen eigenartige Verhältnisse, welche eine Abänderung der für Steinkohlenflötze üblichen Art des Pfeilerabbaues bedingen.

Zunächst ist zu bemerken, daß nicht mehr als 5 bis 6 m abgebaut werden dürfen, daß man also bei größerer Mächtigkeit mehrere Sohlen herstellen muß.

Ferner muß man es vermeiden, daß man dem Liegenden zu nahe kommt, da andernfalls leicht Durchbrüche von Schwimmsand entstehen können.

Die Braunkohlenflötze haben gewöhnlich ein geringes Fallen bei großer Mächtigkeit, sodann Nebengestein und Zwischenmittel, welche beide aus Sand und Ton, öfters mit Wasser getränkt, bestehen, und verschiedene Kohlsorten (Erd-, Moor-, Pechkohle und fossiles Holz).

Vom Schachte aus wird das Feld durch eine Ausrichtungsstrecke abgetrocknet. Ist der Wasserzufluß bedeutend, so wird eine besondere Sumpfstrecke mitgeführt. Läßt die Kohle das Wasser nicht durch, dann entwässert man das Hangende durch Bohrlöcher oder Querschläge.

Die Vorrichtung geschieht wie in Steinkohlenflötzen, nur treibt man wegen des druckhaften Hangenden niemals viele Vorrichtungsstrecken gleichzeitig. Die streichende Vorrichtung ist vorherrschend, doch kommt auch, wenn es die Richtung der Schichten erfordert, schwebender Abbau in Anwendung.

Der Abbau der Pfeiler unterscheidet sich von demjenigen in Flötzen mit festem Hangenden und fester Kohle wesentlich durch die sehr geringen Abmessungen der Abschnitte.

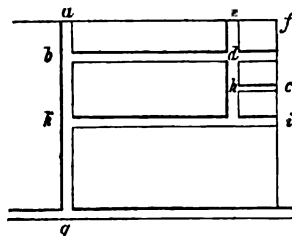


Fig. 273. Streichender Pfeilerabbau in Braunkohlenflötzen.

1) Ponson a. a. O. t. I, S. 148; t. II, S. 461.

2) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 29, S. 76.

3) Ebenda 1850, Bd. 8, S. 1 u. 143; 1857, Bd. 4, S. 168. — Karstens Archiv 1831, Bd. 3, S. 521. (Brühler Revier.) — Österr. Zeitschr. 1895, Bd. 43, Nr. 38.

Beim streichenden Abbau treibt man in Entfernungen von 8 bis 21 m schwebende Strecken oder Abbauörter *ag* (Fig. 273), von denen aus streichende Strecken, sogen. Pfeilerörter *bd*, *ki* u. s. w. angesetzt werden. *abdf* heißt der Bruchpfeiler, *de* das Bruchort. Ein Teilungsort *hc* wird getrieben, wenn man zwei Brüche untereinander setzt.

Die Größe der Brüche, bezw. die Seitenlänge der Pfeiler, welche sich nach dem Drucke richtet, beträgt häufig  $1\frac{1}{2}$  m, bisweilen auch nur 1 m, auf der Grube Marie Luise bei Neindorf 4 m. Man bestimmt die Seitenlänge der Pfeiler nach Feldern, d. h. nach der Entfernung zwischen je zwei Paar Türlöcher und hat danach Pfeilerstärken von 1,  $1\frac{1}{2}$  bis 4 Feldern.

Da man jeden Pfeiler sofort nach dem Abbau zu Bruche wirft, so nennt man den letzteren auch wohl Bruchbau (s. d.). Eine andere Bezeichnung ist nach der Gestalt der zum Abbau gelangenden Flötzteile Würfelbau.

Kommen im Flötz keine Ablösungen vor, welche ein bankweises Gewinnen gestatten, so geht man im Bruchorte essenartig in die Höhe, baut am Hangenden etwas Kohle an und geht mit der übrigen Mächtigkeit schwebend bis zum alten Mann vor.

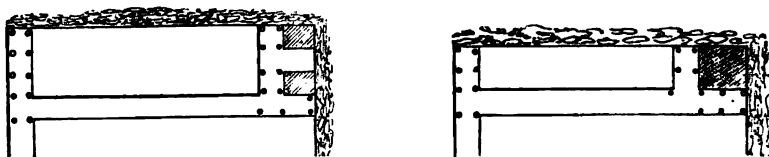


Fig. 274 u. 275. Pfeilerverhie in Braunkohlenflötzen.

In Fig. 274 ist ein einfacher Bruch von 3 Feldern = 4,5 m Seite oder rund 20 qm Fläche dargestellt. Fig. 275 zeigt zwei untereinander liegende Brüche mit Teilungsort und je 2 Feldern von 9 qm Fläche. In

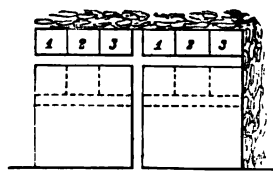


Fig. 276. Schwebende Vorrichtung zum Pfeilerabbau in Braunkohlenflötzen.

Riestädt beträgt die flache Höhe 40 m, die Entfernung der Abbauörter 30 m, die Stärke der streichenden Pfeiler 6 m. Da die letztere durch 2 m weite Örter geteilt wird, so bleibt für jeden Bruch 2 m Höhe bei 3 m Länge.

Bei der schwebenden Vorrichtung beträgt die Entfernung der Abbaustrecken gleichfalls 8 bis 20 m. Von ihnen aus wird ein- oder zweiflügelig in der durch Fig. 276 angedeuteten Weise von oben nach unten abgebaut.

Auch geht man hierbei wohl nach einer auf einzelnen oberschlesischen Gruben noch üblichen Methode vor, indem man nach dem Abbau eines

jeden Abschnittes Beine stehen läßt, dieselben jedoch größer nimmt, als in Oberschlesien.

Der Abbauverlust ist bei mächtigen Flötzen mit milder Kohle und druckhaftem Hangenden oft sehr bedeutend und steigt bis 50%. Bei vorsichtigem Berechnen des Schüttungsverhältnisses derartiger Braunkohlenflötze läßt man deshalb die Volumvermehrung der losen Kohlen (um das  $1\frac{1}{2}$ fache) außer acht und rechnet auf 1 cbm Flötz 10 hl oder 700 kg Kohlen.

**80. Pfeilerabbau in Böhmen<sup>1)</sup>.** — Das zwischen Aussig und Brüx in Böhmen auftretende, sehr flach liegende Braunkohlenflötz hat eine Mächtigkeit von 12 bis 16 m und ebenfalls ein gebräches Dach, aber eine meistens sehr feste Kohle, weshalb auch Vorrichtung und Abbau in ganz anderer Weise geführt werden, als es vorhin beschrieben wurde. Das Flötz ist durch mehrere tonige Zwischenmittel von ca. 10 bis 12 cm Stärke in Bänke von 1 bis 3 m Mächtigkeit getrennt.

Gewöhnlich teilt man die unteren 2 m des bauwürdigen Flötzteiles im ganzen Grubenfelde durch 2 m breite Strecken in quadratische Pfeiler (Fig. 277), welche, zwischen zwei entsprechenden Streckenstößen gemessen, 12 Klafter (1 Klafter = 1,8967 m) Seite bekommen. Die Strecken stehen meistens ohne jeden Ausbau.

Der Abbau beginnt, wenn man nicht aus Mangel an Förderung genötigt war, schon vorher ein Feld anzugreifen, am besten in der vom Schachte am weitesten entfernten Ecke des Grubenfeldes, weil in den Abbauen sehr leicht Grubenbrand entsteht, dessen Gase selbst durch die Sicherheitspfeiler einzelner Bauabteilungen dringen können.

Zunächst weitet man in der Höhe der Strecken aus, läßt aber in der äußersten Ecke einen Sicherheitspfeiler *s* (Fig. 277) stehen, weil man nach vollendetem Abbau der Pfeiler an der Markscheide (1, 2, 3 u. s. w.) bei jedem Pfeiler auf zwei Seiten alten Mann hat. Das Flötz würde also ohne jenen Pfeiler auf denselben Seiten gar keine Stütze haben, zumal man früher eine Verstempelung nicht anzuwenden pflegte.

Ist der Sicherheitspfeiler bis auf eine durch Erfahrung festgestellte Stärke geschwächt, dann folgt, in der Regel durch das eigene Gewicht, das Hereinbrechen der untersten Bank bis zum nächst oberen, tonigen

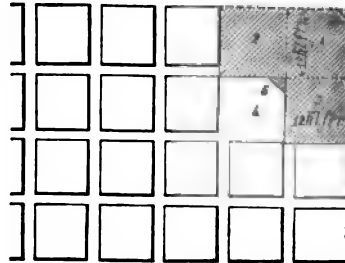


Fig. 277. Pfeilerabbau in den böhmischen Braunkohlengruben.

1) Vorschlag eines Abbaufahrens für mächtige, flachliegende Braunkohlenflötze von Hans Gutmann in Österr. Zeitschr. 1895, Nr. 38.

Zwischenmittel. Während die eingebrochene Kohle gefördert wird, senkt sich allmählich die nächst obere Bank, hat aber gewöhnlich so viel Spannung, daß sie bis zum vollständigen Ausfördern des Abbaues hält.

Nachdem auf diese Weise der Pfeiler bis auf die oberste Bank abgebaut und ausgefördert ist, bricht diese zugleich mit dem hangenden, tertiären Deckgebirge herein und bewirkt damit ein dichtes Verfüllen des Abbaues.

Das bevorstehende Einbrechen der einzelnen Bänke kündigt sich meistens, d. h. wenn keine sich schneidenden Schlechten das Flötz durchsetzen, durch ein knackendes Geräusch an, so daß die Arbeiter sich rechtzeitig entfernen können.

Oft erfolgt auch das Hereinbrechen nicht von selbst und ist dann in der Weise nachzuhelfen, daß man an den beiden, nicht vom alten Mann begrenzten Pfeilerseiten so hoch schlitzt, bis ein dumpf klingendes knackendes Geräusch das baldige Hereinbrechen erwarten läßt. Auch befördert man das letztere durch Stoßen mit eisernen Spitzen, welche an langen hölzernen Stangen angebracht sind.

Im Duxer Revier begrenzt man den Bruch nach oben durch eine Strecke, welche man von einem Überhauen aus unter der abzubauenden obersten Kohlenbank an den beiden nicht durchgebrochenen Seiten des Pfeilers auffährt, oder man schlitzt zunächst auf einer, event. auf der zweiten Seite bis zu der, unter dem Hangenden abzubauenden Bank und baut stufenweise ab, wobei die Arbeiter auf loser Kohle stehen.

Da dieser, auch Kammerbau genannten Abbaumethode recht erhebliche, in der Gefahr häufigen Kohlenfalls und in großen, 50% und mehr betragenden Abbauverlusten bestehende Nachteile anhaften, so hat man neuerdings einen sogenannten Etagenbau eingeführt. Derselbe besteht darin, daß man das Flötz je nach seiner Mächtigkeit und je nach der Lage der tonigen Zwischenmittel in 2 bis 4 Etagen teilt und diese von oben nach unten nacheinander abbaut. Die Vorrichtung erfolgt in der Weise, daß man von der Grundstrecke aus mit bis 100 m entfernten Überbrechen, die später als Bremsschächte dienen, bis unter eine, zum Schutz gegen das Deckgebirge anzubauende Schwebe von 1 bis 2 m Stärke in die Höhe geht und von da aus Abbaustrecken treibt, mit denen bei Beginn des Abbaues Pfeiler von etwa 20 m Seite vorgerichtet sind. Als dann weitet man von den Abbaustrecken aus am alten Mann 5 m breit und 10 bis 12 m lang aus, indem man gleichzeitig unterstempelt. An den vom alten Mann nicht begrenzten Seiten werden bis zur anzubauenden Schwebe Schlitzte hergestellt, in die man zum späteren Schutz gegen das Hereinbrechen des alten Mannes in die benachbarten Baue Orgelstempel stellt. Endlich wird unter Rauben der Stempel und wenn nötig, durch Stoßen mit der Spießstange das Hangende allmählich zum Hereinbrechen gebracht. Ist ein Pfeiler genügend weit abgebaut, so folgen die übrigen, ähnlich wie beim gewöhnlichen Pfeilerbau, stufenförmig nach.

Das Vorrichten der unteren Etagen erfolgt in derselben Weise, auch läßt man zwischen ihnen Schweben stehen, für die man möglichst lettige Zwischenmittel wählt.

Zwischen dem Abbau der einzelnen Etagen vergeht gewöhnlich ein Zeitraum von 1 bis 2 Jahren, innerhalb dessen das hereingebrochene Deckgebirge vollständig zur Ruhe gekommen ist, so daß beim Abbau kein nennenswerter Druck herrscht.

Auf einzelnen Gruben läßt man beim Ausweiten zum Schutze gegen den alten Mann Sicherheitspfeiler von 1 bis 2 m Stärke stehen, die man beim Abbau so viel als möglich wieder gewinnt.

Auf den Gruben, wo der Etagenbau schon länger angewendet wird, hat man bei einer Flötmächtigkeit von 10 m einen Abbauverlust von nur 11% festgestellt. Allerdings sind die Selbstkosten gegenüber dem Kammerbau um 12 bis 15% höher; man schätzt jedoch die Vorteile des Etagenbaues, welche in der Vermeidung der Gefahr des Kohlenfalles, der Verminderung der Abbauverluste und darin bestehen, daß über Tage keine Auskesselungen, sondern mehr flache Einsenkungen entstehen, so hoch, daß der Etagenbau immer mehr Anwendung in Böhmen findet.

#### 5. Pfeilerabbau mit Aufrechthaltung des Hangenden.

**81. Allgemeines.** — Sobald es erforderlich ist, die Tagesoberfläche in größerer Ausdehnung zu schützen, z. B. unter Flußbetten, Teichen, Ortschaften oder gar unter dem Meere, so muß man das Hereinbrechen des Hangenden zu verhüten suchen. Dieses geschieht entweder durch unvollständigen Abbau, indem man Pfeiler von genügender Stärke stehen läßt, oder durch sorgfältiges Versetzen der abgebauten Räume. Das letztere verdient unbedingten Vorzug, denn man hat schon recht oft die Erfahrung gemacht, daß das Opfer, welches man mit dem Verluste an Pfeilern bringt, ein vergebliches war. Im Laufe der Zeit bröckeln die Pfeiler infolge des Gebirgsdruckes an den Rändern ab, werden dadurch immer mehr geschwächt und können schließlich die hangenden Gebirgsschichten nicht mehr tragen. Bei Anwendung von Bergeversatz dagegen und noch mehr durch Anwendung des Spülversatzes (s. d.) wird der angestrebte Zweck vollkommen und mit Sicherheit erreicht, während gleichzeitig eine vollständige Gewinnung der Kohlen stattfindet.

**82. Örterbau.** — Bei Örterbau bleiben die vorgerichteten Pfeiler ganz oder zum Teil stehen. Bei flachem Flötzfallen setzt man die Durchhiebe zweckmäßig so an, daß sie beiderseits auf die Mitte der meist quadratischen Pfeiler treffen (Fig. 278). Man vermeidet damit eine Kreuzung der Strecken, durch welche das Hangende auf größere Flächen bloßgelegt und deshalb auch starker Druck ausgeübt werden würde.

Dieser Abbau führt auch den Namen des schachbrettförmigen, besonders wenn die Abbaustrecken dieselbe Breite erhalten, wie die Pfeiler.

Bei steilerem Einfallen aber können die Pfeiler abrutschen, und muß man dieselben, um dieses zu verhüten, aufeinander stellen (Fig. 279).

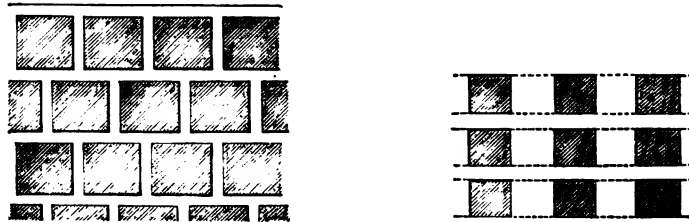


Fig. 278, 279. Örterbau.

Als Beispiele sind zu erwähnen: die früher unter der Ruhr bauenden Zechen Kunstwerk<sup>1)</sup> und Gewalt bei Steele, sowie die Königsgrube in Oberschlesien<sup>2)</sup>, ferner einzelne Gruben in Schottland<sup>3)</sup>, die Clydachgrube in Süd-Wales<sup>4)</sup> (stall and room work), mehrere Zechen in Gartscherrie<sup>5)</sup>, die Asphaltgruben im Val de Travers bei Neuchâtel, Limmer bei Hannover, Vorwohle bei Holzminden u. s. w.

**83. Pfeilerabbau mit Ausmauerung oder Bergeversatz<sup>6)</sup>.** — Ein Ersetzen der Kohlenpfeiler durch trocken gemauerte Pfeiler ist seiner Zeit im Flötz Ölzweig der Grube Gewalt bei Steele angewendet<sup>7)</sup>. Dort befand sich unmittelbar über dem 1,60 bis 1,80 m mächtigen Flötz ein wasserdichter Schieferton von 6 m Mächtigkeit, dessen Einbrechen verhütet werden mußte, weil darüber wasserreiche Schichten lagen.

Ein ähnliches Verfahren wird von der Steinkohlengrube Karl Moritz bei Plötz (Provinz Sachsen) beschrieben<sup>8)</sup>.

Auf dem Quecksilberbergwerke Almaden in Spanien<sup>9)</sup> werden die Materialien für das Mauerwerk von Tage aus hereingeschafft.

1) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 185—187.

2) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 187; 1860, Bd. 8A, S. 179. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1861, S. 273 u. 279.

3) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 18.

4) Karstens Archiv. R. II, Bd. 6, S. 54.

5) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 33.

6) Der Abbau des mächtigen Redenflötzes in Russ. Dombrowa. Z. Oberschl. B.- u. H.-Vereins, Bd. 27 (1888), S. 377. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 209. (Altenwald.)

7) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 178—185.

8) Ebenda 1860, Bd. 8A, S. 182.

9) Ebenda 1862, Bd. 10, S. 370.

Auf den Gruben Gräfin Laura, sowie Ver. Chassée und Fanny in Oberschlesien wird in solchen Feldesteilen, welche unter Fahrstraßen, sowie unter Gruben- und Hüttenbahnen bauen, auf denen ein öffentlicher Verkehr nicht stattfindet, Pfeilerabbau mit vollständigem Schlacken- oder Bergeversatz<sup>1)</sup> angewendet. Derselbe hat sich (auf Gräfin Lauragrube schon seit 1879) in mehrfacher Beziehung als sehr vorteilhaft herausgestellt, indem man nicht allein keine Pfeiler zu opfern braucht, sondern sogar, gegenüber dem gewöhnlichen Pfeilerabbau ohne Bergeversatz, 46  $\%$  für 1 t an den Selbstkosten spart<sup>2)</sup>.

Allerdings hat das Ergebnis lediglich örtlichen Wert, weil es nur dadurch ermöglicht ist, daß die Schlacken direkt vom Hochofen durch einen flachen Schacht in die Grube geschafft werden können. Auf der benachbarten Königsgrube mußten ähnliche Versuche als unvorteilhaft aufgegeben werden, einmal wegen des weiteren Transportes der Schlacken, besonders auch wegen der Notwendigkeit des Umladens an der Hängebank.

Ebenso fielen auch frühere Versuche, den Bergeversatz auf Gräfin Lauragrube aus dem alten Mann zu gewinnen, wesentlich ungünstiger aus, als mit Schlackenversatz. Bei jenem betrugen die Versatzkosten 70  $\%$ , während sie sich bei diesem auf nur 53,2  $\%$  für 1 t Kohlenförderung stellten.

Überhaupt ist bei steiler einfallenden und weniger mächtigen Flötzen ein regelrechter Abbau mit Bergeversatz (Firsten- und Stoßbau, vgl. 47) vorzuziehen, weil dabei alle Nachteile des Pfeilerabbaues in Wegfall kommen und die mit Anwendung des Bergeversatzes verbundenen Vorteile voll ausgenützt werden können.

Wo man genügenden Haldensturz hat, wendet man Bergeversatz nur an, um Brüche an der Tagesoberfläche zu vermeiden. Andere Zechen aber, welche viel Berge gewinnen, deren Unterbringung über Tage Schwierigkeiten macht, wenden den Pfeilerabbau mit Bergeversatz in ausgedehnterem Maße an. — Auf Zeche Prinz Regent benutzte man auch die Berge aus der Kohlenwäsche als Bergeversatz, indem man sie in ein im Schachte eingebautes Rohr stürzte, unten in Förderwagen lud und in die Abbaue schaffte.

Der Pfeilerabbau mit Bergeversatz, welchen man aus verschiedenen Gründen (vergl. 47) anstatt desjenigen ohne Versatz anwendet, unterscheidet sich von diesem lediglich dadurch, daß man die ausgekohlten Räume nicht zu Bruch gehen läßt, sondern mit Bergen versetzt. Da das Heranschaffen der Berge über den eben ausgekohlten Raum hinweg erfolgen muß, so entstehen dabei weitere Gefahren durch Stein- und Kohlenfall, welche noch zu den, dem Pfeilerabbau an und für sich eigenen

---

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 47.

2) Ebenda 1881, Bd. 29, S. 71.



Gefahren hinzutreten. Man ist deshalb mehr zum Firstenstoß- und Strebbau übergegangen<sup>1)</sup>.

Die großen, bis zu 30 und 40 % steigenden Abbauverluste in den mächtigen Flötzen Oberschlesiens, sowie die Gefahren des Stein- und Kohlenfalles und der Entstehung von Grubenbrand infolge Verdrückens der vielen Pfeiler, die man beim Abbau stehen lassen muß, waren auf Myslowitzgrube O./S. die Veranlassung, auf Abhilfe dieser mit zunehmender Teufe immer bedenklicher werdenden Übelstände zu sinnen. Gestützt auf die Tatsache, daß in einem Wasserstrom abgesetztes feines Material, wie Sand, Staubkohle, Asche, Abgang von Kohlenwäschen u. s. w. absolut dicht wird (vergl. S. 275), beschloß man, zu einem Versatz mit Spülung überzugehen. Man konnte dies auf Myslowitzgrube um so eher, als man in nächster Nähe der Schächte ein ausgedehntes Sandlager von 20 bis 50 m Mächtigkeit besitzt. In einen der Schächte hat man einen Röhrenstrang von 168 mm lichter Weite eingebaut, der mit Abzweigungen bis in die Abbaue führt. Über Tage ist ein Trichterstück aufgesetzt und in diesen ein eiserner Rost von 77 mm Maschenweite eingebaut, der die größeren Stücke zurückhält. An zwei gegenüberliegenden Seiten des Trichters strömt das als Transportmittel dienende Wasser auf den Rost und zwar derart, daß die Lochung des Rostes stets freigespült wird und daß der im Trichter angehäuften Sand allmählich nachsinkt.

An den Abzweigröhren sind zum Zweck der Ausschaltung Schieber angebracht. Jene werden bis an die Firste des Abbaues herangeführt und gießen dort in Holzgefluter aus, welche beweglich sind und dadurch ein vollständiges Verschlämmen des ganzen Abschnittes ermöglichen.

Der in Verbindung mit diesem Spülversatz angewendete Abbau ist ein scheibenförmiger, etwa in der Art, wie er in den stockförmigen Flötzen Frankreichs angewendet und durch Fig. 257 veranschaulicht wird, nur mit dem Unterschiede, daß man in Myslowitzgrube nicht in horizontalen, sondern in schwebenden Abschnitten abbaut, deren Breite 8 m beträgt. Natürlich steht nichts im Wege, die Abschnitte oder Scheiben horizontal zu nehmen, wenn es die Verhältnisse angezeigt erscheinen lassen.

Mit dem Spülversatz hat man die erstrebten, oben erwähnten Vorteile völlig erreicht. Der Abbau geschieht unter dem denkbar geringsten Druck, es entsteht deshalb fast gar kein Abbauverlust, auch kein Grubenbrand und an der Tagesoberfläche keine Senkung. Das Verfahren kostet nach Abzug der direkten Ersparung an Häuergedinge und Holzverbrauch 40  $\mathcal{M}$  für 1 t, während Handversatz 80 bis 1,20  $\mathcal{M}$  Kosten verursacht.

Der Versatzabbau ist, wenn es sonst die Umstände gestatten, mit Vorteil anzuwenden, sobald der Kohlenverlust beim Pfeilerbau ohne Bergeversatz den Wert der Versatzkosten übersteigt<sup>2)</sup>.

1) Die Verhandlungen und Untersuchungen der Preußischen Stein- und Kohlenfall-Kommission. Berlin 1902, S. 184.

2) Zeitschr. des Oberschles. B.- u. H.-Vereins, Dezemberheft 1901.

**84. Örterbau auf Steinsalzlager.** — In ganz oder nahezu söhlig liegenden Lagern treibt man in der Regel nahe am Hangenden ein System sich kreuzender Strecken, mit denen man durch Ausgewinnung der Sohle in Strossenstößen bis auf das Liegende niedergeht.

In Wilhelmsglück bei Hall am Kocher<sup>1)</sup>, wo das Salzlager in der Mitte der Länge eine Mächtigkeit von  $5\frac{1}{2}$  m hat und sich in der Richtung von Ost nach West bei einer Länge von 345 m nach beiden Seiten auskeilt, während man in der Richtung von Nord nach Süd bei einer Länge von 847 m das Ende noch nicht erreicht hat, sind die Strecken und die dazwischen stehen bleibenden quadratischen Pfeiler 4 m breit, so daß ein Viertel der Masse verloren geht.

In Cheshire [England<sup>2)</sup>], wo man  $4\frac{1}{2}$  bis 5 m mächtige Lager abbaut, erhalten die Pfeiler 7,30 m Seite, stehen aber 23 m voneinander entfernt, so daß nur 6% der Masse verloren gehen.

#### b. Stockwerksbau.

**85. Allgemeines.** — Der Stockwerksbau steht (jetzt weniger als in früherer Zeit) für Stöcke und Stockwerke (Einleitung 7) in Anwendung, deren nutzbare Substanz große Festigkeit, aber geringen Wert hat und ungleichförmig innerhalb der Lagerstätte verteilt ist. Wo sich auf billige Weise Füllberge beschaffen lassen, ist Querbau oder Firstenbau vorzuziehen.

Von einer Sohlenstrecke oder einem Stollen aus geht man in Streckenweite in die Lagerstätte hinein. Hat man dabei eine bauwürdige Partie gefunden, so stellt man durch Schießarbeit (früher durch Feuersetzen) eine Weite her, deren Maße aber nicht über 15 bis 16 m betragen sollen.

Aus dieser Weite geht man in beliebiger, oder durch Erzführung bedingter Richtung in derselben Sohle vor und schafft an der nächsten bauwürdigen Stelle eine neue Weite u. s. w., natürlich unter Belassung von genügenden Sicherheitspfeilern (Fig. 280).

Die Weiten und Pfeiler der verschiedenen Sohlen stellt man übereinander, damit die auf die Dauer nie ausbleibenden Brüche keine zu große Ausdehnung gewinnen können. Der Abstand der Sohlen wird zu 20 bis 21 m bemessen, es bleiben also zwischen den Weiten immer noch Mittel von 4 bis 5 m.

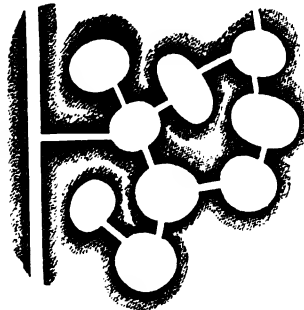


Fig. 280. Stockwerksbau.

1) Preuß. Zeitschr. 1857, Bd. 4, S. 238.

2) Ebenda 1858, Bd. 6, S. 76.

Als Beispiele sind das Zinnstockwerk in Altenberg im sächsischen Erzgebirge und die Eisensteinstöcke in Schweden zu nennen.

### c. Weitungsbau ohne Bergeversatz.

**86. Weitungsbau von unten nach oben.** — Der eigentliche Weitungsbau (Kammerbau) ist ohne Bergeversatz, er wird in Lagerstätten von durchgehender Bauwürdigkeit und fester Beschaffenheit der Ausfüllung angewendet z. B. in Steinsalz- und Kieslagerstätten.

Abgesehen von dem bereits in 61 besprochenen Weitungsbau mit Bergeversatz lassen sich zwei andere Arten unterscheiden.

Für die erste bietet Felsöbánya in Ungarn ein Beispiel<sup>1)</sup>, wo man

einen einige Centimeter bis 20 m mächtigen, aus Quarz, Hornstein, Schwespat mit Bleiglanz und goldhaltigen Kiesen gleichmäßig angefüllten, aber durchweg armen Gang baut.

Beim Abbau schwacher Gangtrümmer verfährt man in folgender Weise:

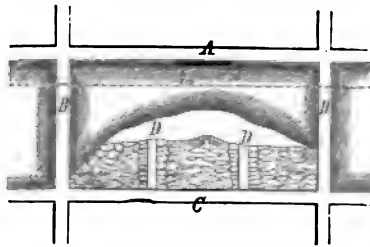


Fig. 281. Weitungsbau von unten nach oben.

Von einer oberen Sohle *A* (Fig. 281) aus teuft man 2 Schächte *B* in 34 bis 103 m Entfernung 21 m tief ab und verbindet sie durch die

streichende, am Hangenden getriebene Strecke *C*. Von dieser aus geht man mit Querschlägen zum Liegenden und bricht von ihnen aus in die Höhe, indem man so viel Erz in der Weite liegen läßt, daß man auf demselben stehend bequem arbeiten kann. Das überschüssige Erz wird durch Rollen *D* abgestürzt. Ist man bis 1½ m unter die obere Sohle gelangt, dann läßt man dieses Mittel als Sicherheitspfeiler stehen, fördert die Erze vollständig aus und stellt damit große freie Räume her, welche später zu Bruche gehen.

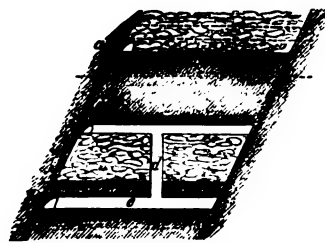


Fig. 282. Säulen- oder Ulmenbau.

**87. Säulen- oder Ulmenbau.** — Bei voller Gangmächtigkeit wendete man in Felsöbánya mehr den Säulen- oder Ulmenbau an. Am Hangenden treibt man die streichenden Strecken *a* und *b*, siehe

Fig. 282. Nachdem über der oberen Sohle abgebaut ist, geht man von *b* aus mit Querörter *c* bis zum Liegenden und setzt in diesen in gewissen Abständen Überbrechen *d* an. Sobald dieselben einen Firstenpfeiler *e* von 2 bis 4 m

1) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 591. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1861, S. 82.

Stärke durchbrochen haben, folgt der Abbau und das schließliche Ausfördern der Erze ganz in vorhin beschriebener Weise, nur mit dem Unterschiede, daß man mit Stößen, deren Breite der Mächtigkeit des ganzen Ganges entspricht, streichend abbaut. Förderrollen, welche in die Querörter *c* münden, werden auf beiden Seiten der Stöße nachgeführt.

Unter dem oberen alten Mann bleibt auch hierbei ein Sicherheitspfeiler stehen.

**88. Weitungsbau von oben nach unten.** — Die zweite Art des Weitungsbaues unterscheidet sich von der ersten dadurch, daß man mit ansteigenden Strecken bis zum oberen Ende der Weite vorgeht und nun von oben nach unten abbaut. Selbstverständlich setzt dieses Verfahren eine noch größere Haltbarkeit der Lagerstättenausfüllung voraus, als die vorhin beschriebenen Methoden, damit nicht ein Einbrechen vor vollendetem Abbaue eintritt.

Ein solcher Abbau fand in den im Hangenden des Steinsalzlagers von Wiliczka vorkommenden Grünsalzkörpern (Butzen und Stöcken) statt, deren Größe bis zu vielen Kubikmetern steigt<sup>1)</sup>. Die durch den Abbau dieser Körper entstandenen Kammern (Weiten) sind infolgedessen sehr groß. So hat beispielsweise die Drosdowicer Kammer, welche noch nicht einmal zu den größten gehört, nach Hrdina Dimensionen von 33 m Länge, 25 m Breite und 35 m Höhe.

In dem unter dem Grünsalze liegenden, mehr flötartig vorkommenden, muldenförmige Partien bildenden Spizasalze und in dem zu unterst befindlichen Szybiker Salze wird Örtterbau getrieben<sup>2)</sup>.

Hierher gehört auch der Kammerbau in der Marmorosch und in Siebenbürgen<sup>3)</sup>. Das Lager ist bis 146 m und mehr mächtig und geht fast bis zu Tage aus oder ist von einer 6 bis 63 m mächtigen Decke von Salzton und Sandstein überlagert.

Früher wendete man Glockenbau an. Man ging mit einem Schachte durch das Deckgebirge hindurch bis einige Meter in das Steinsalz hinein und stellte durch Abbau von oben nach unten eine Glocke (Kammer, Weite) bis zu 47 m Weite und 125 bis 167 m Tiefe her. In der Mitte der Glocke hing die Fahrt frei herab.

Der Kammerbau unterscheidet sich von dem Glockenbau hauptsächlich dadurch, daß man die Kammern nicht rund, sondern eckig mit senkrechten Wänden herstellt.

---

1) Zeuschner. Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn. Jahrgang 1844, S. 513. — Hrdina. Geschichte der Wieliczkaer Salinen. S. 183. — B.- u. H. Jahrb. der k. k. Montanlehranstalten zu Leoben und Pörfing. Wien 1867, Bd. 6, S. 150.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869, S. 133.

3) Karstens Salinenkunde. Bd. 1, S. 504. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871, Nr. 27.

Ein ganz ähnlicher Abbau wird unter dem Namen »Strossenbau« in den mächtigen Eisenerzlagern Schwedens bei festem Nebengestein und armen Erzen angewendet. Zuerst geht man von der Tagesoberfläche mit Pingenbau vor. Ist von dem Nebengestein bei zunehmender Tiefe der Pingen Nachfall zu befürchten, so teuft man auf deren Sohle einen Schacht ab, weitet bei 5 bis 6 m Tiefe aus und teuft bis zu angemessener Tiefe ab. Vergl. 61.

#### d. Andere Abbaumethoden.

89. **Tummelbau**<sup>1)</sup>. — Der Tummelbau war früher in den Braunkohlenflötzen am Rhein in Gebrauch, ist aber untersagt, weil er sehr gefährlich für das Leben und die Gesundheit der Arbeiter und außerdem sehr unwirtschaftlich war. Er wurde im allgemeinen so geführt, daß man von einer streichenden Hauptstrecke aus Querörter trieb und in diesen, am hinteren Ende beginnend, durch kreis- und bogenförmiges Aushauen der Firste und der Wangen abbaute. Die dabei entstehenden Räume von etwa 6 m Weite hießen Tummel. Zwischen zwei Tummeln blieb ein Pfeiler von 0,60 bis 2 m stehen. Der Abbauverlust betrug 44 bis 60 %.

90. **Duckelbau**. — Dem vorigen ähnlich, auch in Bezug auf Unwirtschaftlichkeit, ist der Duckelbau, welcher auf dem der Bergpolizeibehörde früher nicht unterstehenden Raseneisensteinbergbau in der Nähe von Beuthen (Oberschlesien) in Gebrauch war.

Man teuft durch das Deckgebirge enge Schächte (Duckeln) bis in den Eisenstein hinab, weitet um den Schacht herum so lange aus, bis derselbe zu Bruche zu gehen droht, teuft dann in etwa 20 m Entfernung eine neue Duckel ab, verfährt dort ebenso u. s. w.

In gleicher Weise erfolgt zum Teil noch heute die Gewinnung von Erdwachs (Ozokerit) in Boryslaw, Ostgalizien<sup>2)</sup>, bis zu Tiefen von 200 m. Die Förderung und Fahrung geschieht mit Haspeln. Einige größere Gesellschaften führen regelrechten Bergbau mit Schächten und Maschinen.

91. **Abbau von Butzen**. — Der Abbau von Butzen (Einleit. 31), gewöhnlich Hohlraumausfüllungen oder Ausscheidungen von Eisenstein, Bleiglanz u. s. w. in unregelmäßiger Form, war u. a. im Iberge bei Grund am Harz zur Gewinnung von Spat- und Brauneisenstein in Anwendung.

Von dem tiefen Magdeburger Stollen aus suchte man die Butzen auf, untersuchte mit Örtern ihre Mächtigkeit und baute firstenartig ab, indem man etwa mitbrechendes taubes Gestein, oder auch einstweilen Erz, wie beim Weitungsbau, in der Sohle liegen ließ.

1) Dechen u. Karstens Archiv 1831, Bd. 3, S. 526. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 207. (Meinerzsegener Bleiberg zu Mechernich.)

2) Das Vorkommen und die Gewinnung des Erdwachses in Boryslaw-Woanka in Galizien, von S. Deutsch. Österr. Zeitschr. 1891, S. 25.

Trifft man in solchen Fällen bei weiteren Untersuchungen eine Butze am oberen Ende an, dann bringt man ein Absinken nieder, untersucht auf der Sohle gleichfalls die Mächtigkeit der Butze und baut unter Belassung eines Sicherheitspfeilers für das Absinken von der Peripherie nach der Mitte hin und darauf gleichfalls firstenartig ab, oder man macht sich mit einer tieferen Sohle durchschlägig und geht bei genügend festem Nebengesteine strossenartig vor. Der Abbau ist also dem Weitungsbau mit Bergeversatz, bezw. dem Kammerbau ähnlich.

Gehen die Butzen bis zu Tage, dann wird der Abbau zu Pingenbau (s. d.).

92. **Bruchbau.** — Der Bruchbau bewegt sich entweder in Massen von noch einiger Festigkeit, welche teils durchörtert, teils durch Zusammenbrechen der stehen gebliebenen Pfeiler gewonnen werden — Etagenbruchbau, — oder in ganz rolligen Massen — eigentlicher Bruchbau.

Der Etagenbruchbau<sup>1)</sup> ist eine veraltete Abbaumethode, welche man an einzelnen Punkten nur noch deshalb anwendet, weil sie von früheren Zeiten her einmal vorgerichtet ist. Derselbe findet auf mächtigen, steil aufgerichteten Stöcken und Lagern statt, deren Ausfüllung nicht so viel Festigkeit hat, um große Weitungen zu gestatten.

Der eigentliche Bruchbau kommt lediglich in Massen vor, welche entweder durch natürliche Ursachen stark zerklüftet sind, sich sonst aber noch in ihrem ursprünglichen Zustande befinden — stehender Bruch —, oder durch vorhergegangenen Abbau (meist Stockwerks- oder Weitungsbau) die Eigenschaft rolliger Gebirgsarten erhalten haben — lebendiger Bruch.

Gewöhnlich geht man vom festen Gebirge aus mit einem Bruchorte oder Suchorte in die gebrochenen Massen hinein und gewinnt von ihnen soviel, als in das Suchort von selbst hineinrollt. Hört dieses auf, so treibt man das Suchort als Schubort mit Getriebearbeit weiter und verfährt wie vorhin, muß dann aber darauf sehen, daß sich besonders oberhalb der Zimmerung keine Hohlräume bilden.

Stoppelbau<sup>2)</sup> ist ein Bruchbau in alten Steinkohlenpfeilern, Kuttbau ein ähnlicher Abbau, welcher im sächsischen Erzgebirge, außer in Eisensteingängen, in zersetztem, mit Eisensteinknoten durchzogenem Granit geführt wird.

93. **Sinkwerksbau**<sup>3)</sup>. — Der Sinkwerksbau ist diejenige Abbaumethode,

1) Preuß. Zeitschr. 1863, Bd. 11, S. 81–85. — Combes a. a. O. II, S. 285. — Ebenda S. 239. — Annales des mines, sér. III, tome IX, S. 427; sér. VII, tome V, S. 63.

2) Serlo a. a. O. 1874, I, S. 611.

3) Theorie des Sinkwerkbaues in Villefosse, Mineralreichtum. Deutsch von Hartmann. II, S. 401. — Karsten, Salinenkunde. II, S. 408. — Karstens Archiv. R. I, Bd. XV, S. 425. — Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 2.

bei welcher das Steinsalz aus unreinen Lagerstätten oder Teilen derselben durch Auslaugen mit Wasser gewonnen und über Tage versotten wird.

In Süddeutschland und Österreich findet der Sinkwerksbau im sogen. »Haselgebirge« statt, ein Gemenge von Ton, Gips, Anhydrit und Kochsalz, welches vom »Stockscheider« (Salzton und Gips) überlagert und durch diesen gegen das Eindringen süßer Wasser geschützt ist.

Der Auslaugeprozeß findet in den unterirdischen Räumen, den Werken oder Sinkwerken statt, welche an ihrer Sohle mit einem zum Anzapfen der gesättigten Sole eingerichteten Damme oder Wehre geschlossen sind und denen von oben her süßes Wasser zugeführt wird<sup>1)</sup>.

Die auf der Sohle des Werkes sich ablagernde unlösliche Masse, der Laist, wird um so feiner, plastischer und wasserdichter, je langsamer der Angriff des Wassers ist.

Die Seitenbegrenzungen des Werkes heißen Ulmen, die Decke Himmel oder Werkshimmel. Die Auslaugung des Gebirges heißt Versiedung.

Die Lagerstätte wird durch einen oberen und einen unteren Stollen (Hauptschachtricht) aufgeschlossen<sup>2)</sup> (veröffnet). Der Raum zwischen beiden heißt ein Berg, der Sohlenabstand Bergdicke.

Von der oberen Schachtricht *a* (Fig. 283) wird das Ebenschürfl *b* und der Ankehrschurf *c* getrieben. Dieser ist mit Treppen versehen und dient zum Einführen des süßen Wassers, welches vom Fuße des Ankehrschurfes durch den Wehr- und Püttenoffen *d*, von da um den Püttenschacht *f* herum, durch die Hornstatt *e* und

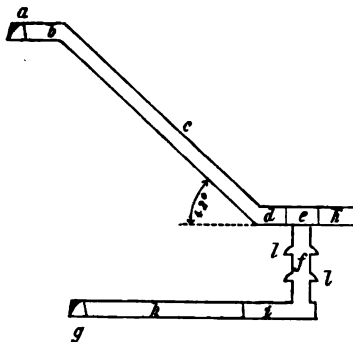


Fig. 283. Vorrichtung zum Sinkwerksbau.

den Hauptpüttenoffen *k* in das Werk gelangt.

*g* ist die untere Schachtricht, der man in neuerer Zeit nicht über 1:100 Ansteigen giebt, *h* ein Ablassoffen, *i* das Füllort oder die Faßstatt, *ll* sind Wehrkränze<sup>3)</sup>.

94. **Wehre**<sup>4)</sup>. — Man unterscheidet stehende Rollwehre oder Grubenwehre) und liegende Wehre (Dammwehre, Dürrenberger und Berchtesgadener Wehre). Das Material zu den Wehren liefert der aus dem Werke ausgeschlagene Ton oder Laist, auch nimmt man wohl gewöhnlichen

1) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 2.

2) Ebenda 1857, Bd. 4, S. 33.

3) Ebenda 1855, Bd. 2, S. 11.

4) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 8–24. — Der süddeutsche Salzbergbau von Müller im Jahrbuch der Leobener Montanlehranstalt. Bd. III.

Letten, welcher aber mit gesättigter Sohle angefeuchtet werden muß, da erfahrungsmäßig mit süßem Wasser gemengter Letten der Sole nicht widersteht.

Bis zum Ende des 16. Jahrhunderts wurde die Sole über den Damm hinweg mit Eimern oder Pumpen geschöpft (Schöpfwerke), seitdem legt man in die Wehre Röhren, welche mit Hahnverschluß versehen sind (Abblaßwerke).

Während die übrigen Wehre das Werk verschließen, so daß man nur durch den Ankehrschurf in dasselbe gelangen kann, gestattet das Dürrenberger oder Halleiner Wehr einen dauernden Zugang und wird allmählich mit dem Aufsieden erhöht, derart, daß es immer etwas höher als der Himmel des Werkes ist.

In den Figuren 284 und 285<sup>1)</sup> ist *c* der Ankehrschurf, *a* die untere

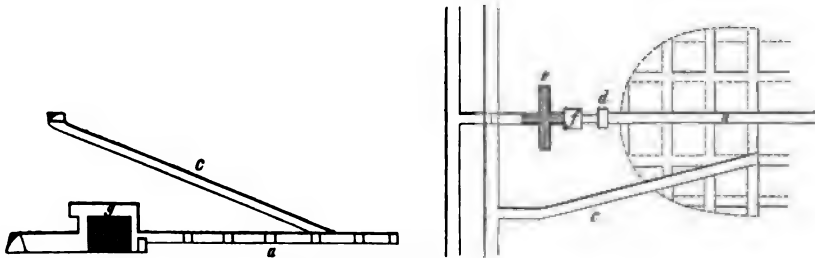


Fig. 284 u. 285. Sinkwerksbau.

Strecke, von welcher aus das Werk »veröffnet« ist, *d* eine Säuberrolle, *f* ein Abseihkasten, aus welchem die Abblaßrohre durch den Damm *e* gehen, die man aber mit dem Aufsteigen des letzteren und des Werkes immer höher legen kann. Durch den Raum *g* gelangt man in das Werk.

**95. Veröffnung der Sinkwerke.** — Die »Veröffnung« oder eigentliche Vorrichtung des Sinkwerks geschieht durch Strecken (*a* in Fig. 284 und 285) von der unteren Sohle aus, und zwar entweder durch ein System sich kreuzender Strecken, oder nach v. Schwinds Vorschlage<sup>2)</sup> nur durch Parallelstrecken (Langwerksbetrieb), wodurch dem süßen Wasser möglichst viel Angriffspunkte geboten werden.

**96. Versiedung.** — Die Versiedung, d. h. das Auslaugen des Salzes, geschah früher ausschließlich unter abwechselndem Füllen (Verwässern) und Entleeren (Ableeren) nach erfolgter Sättigung.

Nach dem Vorschlage von v. Reithberg hatte man sodann zu Aussee eine kontinuierliche Wässerung und Ableerung eingeführt<sup>3)</sup>, welche die

1) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 614.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1863, S. 154.

3) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 2—245; 1857, Bd. 4, S. 64—67.



unerwünschte Ulmenerweiterung und damit ein zu frühes Hereinbrechen des Himmels verhindern sollte.

Da sich aber diese Methode in den meisten Fällen nicht bewährt hat<sup>1)</sup>, so schlug v. Schwind vor, die ganze Werkshöhe in zwei Etagen auszulaugen<sup>2)</sup>.

Über die Versiedung hat v. Schwind eingehende Beobachtungen angestellt und veröffentlicht<sup>3)</sup>. Aigner will zur Beschleunigung des Verfahrens die Anreicherung bis etwa 15 und 16% Salzgehalt nur in ärmeren Werken, die letzte Sättigung aber in tieferen, reicheren Werken bewirken.

Vor einiger Zeit hat man auch versucht, das Salz trocken abzubauen und die geförderte Masse künstlich auszulaugen<sup>4)</sup>.

Die normale Entfernung zwischen Sohle und Himmel ist etwa 2 bis 3 $\frac{1}{4}$  m, die sich allmählich auf 70 m steigende Weite der Werke in Ischl beträgt anfänglich 32 bis 40 m. Je zwei Werke liegen 60 m auseinander.

**97. Sinkwerksbetrieb in Norddeutschland.** — In Plömnitz bei Bernburg gewinnt man die Sole entweder durch Berieselung eines Firstenstoßes oder durch Solortsbetrieb oder endlich durch Vertikalspülung.

Die erste Methode ist die umständlichste und hat sich wenig bewährt. Am Ende einer Strecke wird 9 m hoch gebohrt und durch Spülung aus dem Bohrloche ein Schacht von 2 m Durchmesser hergestellt. Hierauf wird vom Schachte aus senkrecht zur Streckenrichtung nach zwei Seiten hin ein 10 m tiefer Schlitz ausgespült, so daß man einen Stoß von 20 m erhält. Nunmehr legt man in den Schlitz eine horizontale, mit einer Reihe von Löchern versehene eiserne Röhre, aus welcher süßes Wasser gegen den Stoß spritzt, an demselben herabfließt und sich dabei sättigt.

Der alte Solortsbetrieb hat sich weit besser bewährt. Man bohrt von der unteren nach der oberen Sohle ein Loch, weitet dasselbe zu einem Schächtchen von 1,5 m aus und treibt von demselben bei 9 m unter der oberen Sohle ein 80 m langes Solort. In dieses werden in Entfernungen von 15 m Bohrlöcher nach oben hergestellt, nachdem man das Schächtchen unten durch Gewölbe mit Ablaufvorrichtung geschlossen hat. Sodann führt man von der oberen Sohle her süßes Wasser in das Solort und von diesem durch Röhren in jedes Bohrloch. Am oberen Ende sind die Röhren verschlossen, haben aber ringsum Löcher. Die aus demselben austretenden Wasserstrahlen erweitern die Bohrlöcher bis auf 0,75 m Durchmesser. Sodann stellt man Fahrten hinein und bringt auf jedes Rohr einen T-förmigen Aufsatz, aus dessen horizontalen, allmählich sich verlängernden Armen Wasserstrahlen austreten, welche die erweiterten

1) Aigner, Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1868, S. 291. — B.- u. H. Jahrb. d. k. k. Montanlehranstalten. Bd. 22, S. 18 u. 134.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1868, S. 129.

3) Ebenda 1870, S. 84, 141, 195, 241, 281.

4) Ebenda 1868, S. 25, 97.

Bohrlöcher durch einen Schlitz verbinden. Nachdem damit eine genügend große Angriffsfläche geschaffen ist, entfernt man die Aufsatzstücke von den Röhren und füllt die Räume von oben her mit süßem Wasser. Schon nach wenigen Tagen hat sich eine Sole von 24° Baumé gebildet. Dieselbe wird durch den Damm in dem Schächtchen abgelassen, der Raum wiederum mit süßem Wasser gefüllt und damit fortgefahren, bis der ausgelaugte Raum eine Größe von 100 m Länge, 20 m Breite und 9 m Höhe erreicht hat. Die unlösliche Masse, welche sich am Boden niederschlägt, beträgt 5% der gesamten Masse von 18000 cbm.

Die Vertikalspülung wird in der Weise ausgeführt, daß man ein Bohrloch herstellt, dasselbe auf 1,5 m Durchmesser ausspült und nunmehr über demselben eine Körtingsche Streudüse, bestehend aus einem konischen Rohre mit verstellbarem Verschlußkegel, anbringt, welche das Wasser in Form eines aufgespannten Schirmes gegen die Stöße sendet. Das Wasser fließt an den Stößen herab und sättigt sich bis zur Ankunft auf der unteren Sohle. Der Betrieb ist also im Gegensatze zu dem Solortsbetriebe ein kontinuierlicher. Bei 10 m Wasserdruck kann man diese Schächte, zwischen deren Peripherien Scheidewände stehen bleiben, bis auf 15 m Durchmesser erweitern.

In Schönebeck treibt man von einer Hauptstrecke aus kurze Querschläge, an deren Enden durch aufwärts gerichtete Strahlen und durch kleine, nach Art der Segnerschen Turbinen wirkende, also rundlaufende Streudüsen zunächst Überbrechen von 9 m Höhe und 1 m Weite hergestellt werden, welche man sodann unter Verlängerung der Düsenarme bis auf 15 m Durchmesser erweitert.

In allen Fällen führt man die Sole, bevor sie zu Tage gepumpt wird, durch Geflüter, welche mit Steinsalzstücken gefüllt sind, damit sie sich vollständig sättigen kann.

---

## B. Tagebau.

### 6. Kapitel.

#### Oberflächlicher Tagebau.

**98. Allgemeines.** — Tagebaue sind solche in der Erdoberfläche zur Gewinnung nutzbarer Fossilien hergestellte Räume, welche keine Firste, sondern den freien Himmel über sich haben. Sie werden zum Abbau solcher Lagerstätten angewendet, welche mit wenig Gebirge überdeckt

sind, so daß dessen Entfernung vorteilhafter ist, als unterirdischer Abbau oder Grubenbau<sup>1)</sup>.

Liegen die Lagerstätten ganz oder beinahe an der Tagesoberfläche, wie Torf, Raseneisenstein, die meisten Seifen u. s. w., so nennt man die Tagebaue Gräbereien bzw. Seifenwerke. Haben die Lagerstätten dagegen ein mächtigeres Deckgebirge, so nennt man den Tagebau Aufdeckarbeit, handelt es sich um die Gewinnung von Steinarten (Marmor, Schiefer, Sandstein u. s. w.), so sind es Steinbrüche.

Von diesen Tagebauen sind diejenigen zu unterscheiden, welche zum Abbau stockförmiger, zu Tage ausgehender und steil einfallender Lagerstätten, von Butzen u. s. w. getrieben werden. Befindet sich das Ausgehende derselben in flacher Ebene, so entsteht der Pingenbau, ist aber der Abbau von einer Talsohle aus in das Berggehänge hinein möglich, so entsteht ein steinbruchähnlicher Betrieb.

**99. Gräbereien.** — Die Gewinnung von Raseneisenstein geschieht, wenn eine Wiedererzeugung stattfinden soll (was nach etwa 40 bis 50 Jahren der Fall ist), entweder unter Wasser, oder man entwässert und staut später das Wasser wieder auf.

Findet dieselbe Rücksicht bei der Torfgewinnung<sup>2)</sup> statt, so erfolgt diese durch Ausfischen mit sackartigen Vorrichtungen, worauf der Torf in Formen gestrichen wird. Soll sich der Torf nicht wieder erzeugen und kann man das Wasser entfernen, so wird dies durch ein System von Gräben ermöglicht, worauf der Torf entweder durch Stechen mit einer Schippe (Spaten, Grabscheit), oder durch Grabpflüge, welche durch eine Lokomobile hin und her gezogen werden, gewonnen wird<sup>3)</sup>.

**100. Seifenwerke.** — Seifen werden meistens mit Hilfe von Wasser gewonnen, welches zu diesem Zwecke gefaßt und — in Californien mit bedeutendem Druck, s. II. 96<sup>4)</sup>, — zum Unterschrämen, zum Abspülen und Waschen gewonnener Massen oder zur Gewinnung selbst benutzt wird, indem man die Wasser aufstaut, mit Gräben in die Seifen hinein-führt und den tauben Sand fortschwemmen läßt.

Im goldhaltigen alluvialen Boden auf Borneo<sup>5)</sup> wird eine Anzahl weiter Löcher gegraben und in diese das Wasser eines Teiches geleitet, den man vorher hierzu gebildet hat. Das Wasser führt den leichteren Thon fort, der Rückstand wird in kleineren Holztrögen (Sichertrögen) verwaschen.

1) Das französische Berggesetz vom 21. April 1830 unterscheidet: mines (Gruben), minières (Gräbereien) und carrières (Steinbrüche), von denen die beiden letzteren Tagebaue sind.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1859, S. 7. — Berggeist 1860, S. 558. — Jahrb. der k. k. Montanlehranstalten 1862, Bd. 11, S. 19.

3) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 620.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1860, S. 120.

5) Ebenda 1865, S. 286.

## 7. Kapitel.

## Aufdeckerarbeit.

**101. Kühlenbau.** — Der Kühlenbau wurde auf Braunkohlenlagern bei Bonn angewendet.

Man stellte dabei nach Abräumung des Deckgebirges Vertiefungen (Kühlen) von 4 bis 5 m Breite im Flötz her und ließ zwischen je zwei Kühlen Pfeiler von 1 bis 2 m stehen. Das Deckgebirge wurde beim regelmäßigen Betriebe in die benachbarten, verlassenen Kühlen gestürzt.

Der Abbauverlust betrug 32 bis 54% und stieg noch höher, wenn man nicht bis auf den natürlichen Wasserspiegel hinabkommen konnte. Aus diesem Grunde ist an Stelle des Kühlenbaues wirklicher Tagebau getreten.

**102. Aufdeckerarbeit von größerer Ausdehnung.** — Die eigentliche Aufdeckerarbeit ist an keine vorgeschriebenen Maße in Bezug auf die Größe im Grundrisse gebunden und zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß der Abbau ein vollständiger ist. Sie findet Anwendung bei Lagerstätten aller Art, so u. a. bei Steinkohlenflötzen in Südwaies und bei Dombrowa in Russisch-Polen, auf Braunkohlenflötzen bei Nachterstedt zwischen Halberstadt und Aschersleben, am Rhein und bei Dux in Böhmen, auf Eisenstein am Hüggel bei Georg-Marienhütte, ferner bei Groß-Döhren und Ohley am Nordrande des Harzes und bei Bülten und Adenstedt in der Provinz Hannover (Ilseder Hütte), auf Bleierz am Bleiberge bei Commern<sup>1)</sup>, auf Galmei früher bei Scharley in Oberschlesien, auf Traß im Brohlthale bei Andernach, auf Zinkblende im Ämmeberg [Schweden]<sup>2)</sup> u. s. w.

Die Frage, bei welcher Mächtigkeit des Deckgebirges der Tagebau noch vorteilhaft ist, läßt sich mit bestimmten Zahlen nicht beantworten, es ist vielmehr in jedem einzelnen Falle durch Rechnung zu ermitteln, ob das Fortschaffen des Deckgebirges (das Aufdecken oder Abkummern) oder unterirdischer Abbau vorteilhafter ist. Dabei kommen hauptsächlich in Betracht einerseits die Gewinnbarkeit des Deckgebirges, die Kosten für den Transport desselben und der Wert des zu gewinnenden Fossiles, andererseits die Kosten des Ausbaues, sowie des Abbaues bei unterirdischem Betriebe. Bei sächsischen Braunkohlenbergbau hält man den Tagebau noch für zweckmäßig, wenn sich die Mächtigkeit der Kohle zu der des Deckgebirges wie 1:3 verhält.

Ähnlich ist es in dem Eisensteinbergbau der Ilseder Hütte<sup>3)</sup>, wo man

1) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8A, S. 180; 1866, Bd. 14, S. 172.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 429.

3) Bergwerksfreund. Neue Folge. Bd. 1, Lief. 2.

mit dem Aufdecken so lange fortzufahren gedenkt, bis über dem 10 m hohen Abbaustoße das Deckgebirge eine Mächtigkeit von 20 m erreicht haben wird.

**103. Vorteile und Nachteile der Aufdeckerarbeit.** — Die Vorteile der Aufdeckerarbeit sind folgende:

- 1) Die Gewinnung ist eine reine und vollständige.
- 2) Man erspart jeden Ausbau.
- 3) Die Kosten der Gewinnung sind wegen größerer Gewinnbarkeit geringer als beim unterirdischen Betriebe.
- 4) Leichte Beaufsichtigung.

Dagegen die Nachteile:

- 1) Bewegung größerer Massen wegen der Notwendigkeit, den Abraum fortzuschaffen.
- 2) Die Arbeiter sind den Unbilden der Witterung ausgesetzt.

**104. Allgemeine Regeln für Anlage und Betrieb eines Tagebaues.** — Beim Eröffnen eines Tagebaues muß der erste Abraum an eine Stelle gebracht werden, wo er keine bauwürdigen Teile der Lagerstätte bedeckt. Späterhin kommt der Abraum immer an die abgebauten Stellen und rückt somit dem Abbau nach.

Der Transport muß um so billiger eingerichtet werden, je größer die zu fördernden Massen sind. Bei Bülten und Adenstedt liegt auf dem abgekummerten Eisensteine und dicht vor dem Abraumstoße eine Schienenbahn. Das Deckgebirge fällt direkt in die untergestellten Wagen, welche durch kleine Lokomotiven zunächst den Abraumstoß entlang und darauf in einer Kurve auf die dem letzteren gegenüberliegende Halde geschafft werden.

Seitdem der Abraumstoß über 10 m hoch geworden ist, hat man ihn in zwei Stöße geteilt und das Deckgebirge von jedem derselben mit Lokomotivbahnen bewegt.

Als Fördergefäße wendet man des schnellen Ausladens wegen am besten Kippwagen an. Bei kleineren Betrieben genügt Pferde- und Menschenförderung.

Bei einer Mächtigkeit des Deckgebirges von 10 m und darüber und wenn es nicht zu fest ist, wie in der Regel beim Abbau von Braunkohlenflötzen, wendet man ausschließlich Baggermaschinen an. Diese stehen auf einer Schienenbahn und sind mit einer Eimerkette versehen, welche an der Böschung heraufgezogen wird. Die gefüllten Eimer entleeren sich oben in untergestellte Wagen, während die Maschine selbsttätig allmählich weiter gezogen wird, so daß die Eimer stets frische Angriffsfläche finden. Da die Eimer am unteren Ende in einem Bogen arbeiten, so bleibt auf der Kohle etwas Abraum stehen, was aber den Vorteil hat, daß ein ausbrechendes Feuer leicht abgegrenzt werden kann.

Unmittelbar vor dem Abbau wird jener Rest vom Deckgebirge mit der Hand entfernt.

Dieses Abdecken wird häufig von Unternehmern besorgt. Bei größeren Betrieben empfiehlt es sich aber, einen eigenen Bagger zu halten, um den Unternehmergewinn selbst zu verdienen. Unter günstigen Verhältnissen berechnet ein Unternehmer etwa 0,40  $\text{₰}$  für ein Kubikmeter bei 10 m Stößhöhe des Abraums, während man dieselben Kosten bei den Henckelschen Braunkohlenwerken zu Sedlitz bei eigenem Betrieb nur zu 0,26  $\text{₰}$  ermittelt hat.

Sobald das Aufdecken hinreichend weit fortgeschritten ist, beginnt der Abbau, welcher bei mächtigen und festen Lagerstätten gleichfalls in abgesetzten Stößen, also strossenmäßig zu führen ist, einmal, um die Zahl der freien Flächen und die Angriffspunkte zu vermehren, und außerdem, um den Arbeitern eine sichere und bequeme Stellung zu verschaffen.

Beim Abbau von Braunkohlenflötzen unterfährt man das Flötz mit einer Hauptstrecke nahe dem Liegenden und treibt von dieser aus in Entfernung von 10 m kurze Querstrecken, von denen man mit Überbrechen bis zu Tage geht. Diese werden von oben her trichterförmig erweitert, während die Kohle in untergestellte und nach Entfernung eines Schiebers zu füllende Förderwagen fällt. Ist man damit bis zur Sohle des Abbaues gekommen, dann geht man mit senkrechten Schlitzern in den Kohlenstoß hinein und versieht diese an den drei Seiten mit einer Verschalung und unten mit einem Schieber, so daß sie als Füllrumpfe dienen. Für den Förderwagen wird eine kurze Strecke von  $\frac{3}{4}$  Wagenlänge hergestellt. Sobald die Kohle in dem oberen schrägen Teile nicht mehr rutschen will, wird die Verschalung weggenommen und die Kohle bis zur Wagenhöhe gewonnen. Der Rest bis zur Sohle wird mit der Hand gelöst und eingefüllt, während bis dahin die Kohle von selbst in den Wagen rollte.

**105. Wasserhaltung und Förderung.** — Wo es irgend angeht, wird man bei Tagebauen die Wasserhaltung durch einen am tiefsten Punkte einkommenden Stollen bewirken. Bei kleineren Tagebauen, welche am Bergabhänge liegen und in demselben vertieft werden, kann man häufig mit Vorteil auch Heber anwenden, besonders wenn sich nur zeitweilig Wasser ansammelt. Bei größeren Betrieben und allen solchen, welche in ebenem Gebirge angelegt sind, müssen Wasserhaltungsschächte angelegt und durch Sumpfstrecken mit dem Tagebau verbunden werden (Hüggel bei Osnabrück, Bülten und Adenstedt bei Peine, Tagebau auf Braunkohlen bei Nachterstedt). Wo es angeht, legt man den Schacht so an, daß er bei möglichst geringer Teufe die Sohle des Tagebaues, bezw. die Sumpfstrecke erreicht, und ferner an einer solchen Stelle der Lagerstätte, welche entweder überhaupt nicht, oder erst nach langer Zeit zum Abbau gelangt. Beim Abbau der Zinnseifen in Cornwall<sup>1)</sup> hat man den

1) Hartmann, Bergbkde. S. 213, Taf. IV, Fig. 118. — Karstens Archiv 1826, Bd. 13, S. 103.

Schacht in den Abraum gelegt, was indes schon wegen Fundamentierung der Maschinen bedenklich erscheint.

Muß aus dem Tagebau nach oben gefördert werden, was immer der Fall sein wird, wenn derselbe nicht gerade in einem Bergabhange liegt, so sucht man das Fördergut auf derjenigen Sohle zu halten, in welcher es gewonnen ist. Am Hüggel bei Osnabrück hatte man zu dem Zwecke an dem einen Ende des Tagebaues eine schiefe Ebene angelegt, auf welcher ein Gestell mit Plattform zur Aufnahme der Förderwagen durch Maschinenkraft bewegt wurde.

Die einzelnen Stoßsohlen (Bermen) treffen auf die schiefe Ebene ebenso, wie Abbaustrecken in einen einflügeligen Bremsberg einmünden, auch werden in derselben Weise die vollen Förderwagen auf das Gestelle geschoben, bzw. die leeren abgezogen.

Bei Bülten und Adenstedt (Ilsede), sowie bei Nachterstedt konnte man in dieser Weise nicht vorgehen, weil sich der Abbau sowohl im Streichen und zwar nach beiden Seiten, als auch nach dem Fallen fortwährend ausdehnt, so daß eine derartige Förderung, unmittelbar am Rande des Tagebaues angelegt, im Wege gewesen sein würde. Man hat deshalb bei Ilsede die Förderung derart eingerichtet, daß man die gewonnenen Massen zunächst auf das Liegende wirft, dort in Förderwagen verladet und sodann auf unterirdischen Bremsbergen nach einer Grundstrecke schafft, auf welcher gegenwärtig die Förderschächte stehen. Über Tage sind die Förderschächte durch die Werkseisenbahn, welche den Eisenstein nach der Hütte schafft, verbunden.

Die Grundstrecke bildet im Ilseder Eisensteinlager zugleich die Grenze für den Tagebau (102, Abs. 3). Derselben parallel läuft die Sumpfstrecke, aus welcher der Wasserhaltungsschacht mit zwei Rittingerpumpen (eine als Reserve) und je einer Woolfschen Maschine die Wasser wältigt.

**106. Beispiele von Tagebauen.** — Bei dem Tagebau von Bülten und Adenstedt bei Peine wird der Abbau ebenso wie in Nachterstedt stoßweise geführt. Am letzteren Orte ist je ein Förderschacht für eine Abbausohle bestimmt, auch hat man dort die Einrichtung getroffen, daß man von den im Eisenbahndamm liegenden Förderstrecken aus mit Strecken in das Flötz hineingeht und neben die Strecken kleine Rollschächte stellt. In diese fallen die an deren Mündung losgehauenen Braunkohlen und werden unter Tage zum Schachte gebracht.

Bei dem Tagebau in Ladowitz (Böhmen) findet folgender Abbau des 20 m mächtigen, mit 4° oder 5° einfallenden Braunkohlenflötzes statt.

Das mit einer Baggermaschine abgeräumte Flötz wird von der, ebenso wie in den vorher genannten Fällen im Schachtpfeiler liegenden Förderstrecke aus in einer Länge von 20 m und einer Breite von 12 m mit rechtwinklig sich kreuzenden Strecken von 2,5 m Breite und 2 m Höhe durchörtert, sowie an der einen Langseite bis nahe unter Tage geschlitzt. Alsdann bohrt man in jeden der durch die Strecken gebildeten Pfeiler

von 1,50 m Seite ein Loch von 1 m Tiefe, besetzt mit Dynamit und sprengt mittels Elektrizität. Dabei stürzt die ganze Masse in sich zusammen und liefert ungefähr zur Hälfte Stückkohlen. In ähnlicher Weise erfolgt der Abbau in den Kalksteinbrüchen bei Rüdersdorf.

107. **Pingenbau.** — Der Pingenbau wurde weiter oben schon erwähnt. Er kann unter Umständen, je nach dem Verhalten der Lagerstätte, eine Tiefe von 100 m erreichen und wird vom Tage herein strossenähnlich geführt.

Beispiele von Pingenbau finden sich auf Kupfererz und Magneteisenstein in Schweden<sup>1)</sup>, in Steiermark, Norwegen, auf der Insel Elba (Eisenerze), auf Dachschiefer und Marmor in England, in Belgien und in den Niederlanden.

---

### Literatur.

- Mich. Kopf. Beschreibung des Salzbergbaues zu Hall in Tyrol. Berlin 1841. (Sonderabdruck aus Karstens Archiv Bd. 14.)
- Ch. Combes. Traité de l'exploitation des mines. Paris 1844. Deutsch von Dr. C. Hartmann. Weimar 1844.
- A. T. Ponson. Traité de l'Exploitation des Mines de Houille. 4. vol. Liège 1852—1854.
- M. Dunn. A Treatise on the winning and working of collieries. 2. edition. Newcastle-upon-Tyne 1852.
- Ferd. Rittler. Anleitung, mächtige Kohlenflötze am wohlfeilsten, gefahrlosesten, zweckmäßigsten und mit dem geringsten Kohlenverluste nach rein praktischen Grundsätzen abzubauen. Eine gekrönte Preisschrift. Brünn 1857.
- Amadée Burat. Le Matériel des Houillères. Paris 1860. Deutsch von C. Hartmann. Brüssel u. Leipzig 1861.
- Derselbe. Les Houillères en 1867. Paris 1868; L. h. en 1868, Paris 1869.
- Ržiha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin 1867.
- Fr. Ritter von Schwind. Der Abbau unreiner Salzlagerstätten in Österreich. Prag.
- H. von Dechen. Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen. Als Manuskript gedruckt. Bonn 1869.
- Gustav Dumont. Des affaissements du sol produits par l'exploitation houillère. Mémoire adressé à l'administration communale de Liège 1871.
- Dr. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873.
- Der Silber- und Blei-Bergbau zu Příbram. Wien 1855.
- Mich. Kőngoes-Tóth. Über Tunnelbau. Wien 1875.
- Schachtquerschnitte der königl. Steinkohlengruben bei Saarbrücken. Saarbrücken 1875.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1863, Bd. 11A, S. 261. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1902, S. 21.



- F. Bischof. Die Steinsalzbergwerke bei Staßfurt. Halle 1864; zweite Auflage Halle 1875.
- Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Erster Band. 3. Aufl. Kap. IX: Tunnelbau. Leipzig 1902.
- Exploitation et réglementation des mines à grisou. Paris 1881.
- Dr. Precht. Salzindustrie von Staßfurt und Umgegend. Staßfurt 1883.
- Hâton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines. Paris 1883.
- Haupt. Stollenanlagen. Berlin 1884.
- C. Fr. Rud. Lange. Der Abbau der Steinkohlenflötze. Saarbrücken 1884.
- Aug. Jaeger. Über den Betrieb des deutschen Eisenerzbergbaues in „Stahl und Eisen“, 4. Jahrg., Heft 9, 10 u. 11, 1884.
- Ch. Demanet. Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.
- Dr. Emil Pfeiffer. Handbuch der Kalisalz-Industrie. Braunschweig 1887.
- Castelnau. Traitement des minerais. Mode de traitement et prix de revient. Paris 1897.
- Bennet H. Brough. Mining at great depths. Sonderabdruck aus dem Journ. of the Soc. of Arts. London 1896.
- B. Knochenhauer. Der Goldbergbau Kaliforniens und sein Ertrag in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Sonderabdruck aus der B.- u. H.-Zeitg. Leipzig 1897.
- Dr. L. Grünhut. Die Gewinnung des Goldes. Wiesbaden 1898.
- Menzel. Über die Senkungen der Tagesoberfläche im Verhältnis zur Mächtigkeit der abgebauten Flötze. Jahrbuch f. d. Berg- u. H.-W. im Kgr. Sachsen, 1899, A., S. 147.
- W. S. Gresley. Neue Kohlenabbaumethode mit Benutzung von Schrämmaschinen. Iron a. Coal Trade Rev. 61, S. 515.
- G. Williger. Scheibenförmiger Abbau mächtiger Flötze unter Anwendung von Versatz mittels Wasserspülung auf dem Steinkohlenbergwerk Myslowitz. Zeitschr. d. Oberschl. B.- u. H. Ver. 40, S. 515.
- L. Hoffmann. Leistungen und Kosten beim Schachtabteufen im Ruhrgebiet. Glückauf 1901, S. 775.

## Vierter Abschnitt.

### Förderung.

---

1. **Einleitung.** — Unter Förderung versteht man den Transport der durch die Häuerarbeiten gewonnenen Fossilien vom Gewinnungspunkte ab bis zum Verbrauchsorte (Aufbereitung, Hütte) oder bis zu den Abfuhr-einrichtungen (Wagen, Eisenbahnwagen, Schiffe) über Tage.

Demnach ergeben sich für die Förderung naturgemäß zwei Hauptabteilungen, nämlich:

- A. die Förderung unter Tage oder die Grubenförderung;
- B. die Förderung über Tage oder die Tagesförderung.

Bei der Grubenförderung wird man wieder den Transport vom Gewinnungspunkte bis zum Schachte — Streckenförderung — von der Schachtförderung zu unterscheiden haben.

Auch bei der Streckenförderung kommen mehrere Arten vor, je nach der Neigung der Förderbahnen und der Richtung, welche die Förderung nimmt — Förderung auf ganz, oder nahezu horizontalen Bahnen und solche auf stärker geneigten Bahnen, entweder abwärts (Bremsberge und Bremsschächte) oder aufwärts aus flachen Schächten.

Endlich sind bei der Grubenförderung die verschiedenen Arten der Einrichtungen und Motoren, sowie die dadurch bedingten Methoden der Förderung zu betrachten.

Die Förderung ist in Anbetracht des Einflusses, den sie auf die Selbstkosten hat, einer der wichtigsten Zweige des Bergbaubetriebes, in erster Linie aber für solche Bergwerke, bei denen große Mengen eines in der Einheit geringwertigen Materiales gefördert werden müssen. Bei großen Fördermassen müssen deshalb alle Einrichtungen der Grubenförderung so vollständig als möglich sein. Sollten sie dabei in der ersten Anlage auch kostspielig werden, so multipliziert sich jede dadurch herbeigeführte Ersparung an Förderkosten der Einheit mit der größeren Anzahl der letzteren, während andererseits die höheren Anlagekosten sich in günstigerer Weise auf die Einheit verteilen, als bei geringerer Fördermenge.

Hieraus ergibt sich, daß Einrichtungen, welche z. B. für eine hochentwickelte Steinkohlengrube gänzlich verwerflich sein würden, für

Erzgruben ihre volle Berechtigung haben können. Besonders für kleine Betriebe müssen die Anlagekosten in richtigen Einklang mit den zu erwartenden Vorteilen gebracht werden. Die vollkommensten Einrichtungen sind in ökonomischer Beziehung nicht immer die vorteilhaftesten.

## A. Grubenförderung.

### 1. Förderung in den Grubenbauen bis zum Schachte.

#### 1. Förderung auf wenig geneigten oder horizontalen Bahnen.

2. **Allgemeines.** — Die Streckenförderung beginnt mit dem Einladen in die Fördergefäße durch Wegfüllarbeit.

Diese Gefäße werden entweder getragen — tragende Förderung — oder geschleift — schleifende oder schleppende Förderung —, oder sie sind mit Rädern versehen und werden auf entsprechenden Bahnen durch irgend einen Motor (Menschen, Tiere, Maschinen) fortbewegt — rollende Förderung.

Allein nach mechanischen Prinzipien betrachtet, werden diejenigen Einrichtungen am vollkommensten sein, bei welchen die Reibungswiderstände, sowie der Aufenthalt beim Füllen und Entleeren der Fördergefäße am geringsten sind, die Fördergeschwindigkeit aber am größten ist.

Da jedoch derartige vollkommene Einrichtungen ein entsprechend großes Anlagekapital und oft auch viele Unterhaltungskosten erfordern, so ist der mechanische Erfolg aus oben angeführten Gründen beim Grubenbetriebe nicht immer die Hauptsache, es kommt vielmehr darauf an, die Förderung möglichst billig zu bewirken.

Im allgemeinen läßt sich bei den Fördereinrichtungen eine fortlaufende Vervollkommnung verfolgen. Die naturgemäße, älteste, aber unvollkommenste Förderung war das Tragen geringer und das Schleifen großer Lasten. Mit Einführung des Karrens nahm man dem Arbeiter einen Teil der Last ab und verwandelte gleichzeitig durch das Anbringen eines Rades die gleitende Reibung in die geringere rollende.

Bei den vierrädrigen Fördergefäßen, den Hunten oder Wagen, hatte man dem Arbeiter das Tragen gänzlich erspart und kam es nun noch darauf an, durch weitere Ausbildung der Räder und Bahnen das Spurhalten zu erleichtern, also zu bewirken, daß die Fördergefäße auch ohne Geschicklichkeit des Arbeiters nicht die Förderbahn verlassen konnten. Bei den ältesten Fördergefäßen dieser Art, den ungarischen Hunten, muß der Arbeiter noch ebenso, wie bei den Karren, durch Geschicklichkeit die Spur halten. Durch das Anbringen eines Spurnagels (10) am Boden des Hunes, welcher sich in einem Schlitz der Förderbahn bewegte, machte man den ersten, wenn auch nicht glücklichen Versuch,

auch diese Mühe dem Arbeiter abzunehmen, bzw. seine Leistungsfähigkeit zu vergrößern. Später brachte man auf den Förderbahnen Spurlatten an, behielt aber die glatten Räder bei — deutsche Wagen und Gestänge —, bis endlich im Jahre 1775 der Maschinendirektor Friedrich in Clausthal die Räder mit Spurkränzen versah, vergl. 26. Die Hunte mit Spurkranzrädern liefen auf hölzernen Gestängen ohne und mit Eisenbelag, welche später durch schmiedeeiserne und stählerne Förderbahnen ersetzt wurden — englische Wagen und Gestänge.

---

## 1. Kapitel.

### Tragende und schleppende Förderung.

**3. Tragende Förderung.** — Im allgemeinen ist die tragende Förderung auf das geringste Maß einzuschränken, weil die Arbeitsleistung dabei eine sehr geringe ist. Dieselbe kommt deshalb auch nur bei sehr kurzen Längen vor, so beim Einstürzen der Erze in nahegelegene Förderrollen mit Trögen, sowie beim Füllen der Förderwagen in Steinkohlengruben, wenn die ersteren zu weit entfernt stehen, um sie durch Werfen mit der Schaufel erreichen zu können, wodurch außerdem die Kohle zu sehr zerkleinert werden würde. Man bedient sich dazu möglichst leichter Gefäße, so in Oberschlesien hölzerner Tröge, beim böhmischen Braunkohlenbergbau sogenannter Schwingen, welche aus Weidengeflecht hergestellt sind. Im Loirebecken hatte man zu demselben Zwecke Säcke<sup>1)</sup>.

**4. Schleppende Förderung.** — Die schleppende Förderung geschieht mit Schlepptrögen oder mit Schlitten. Bei jenen sind die Kufen an der Langseite eines Kastens befestigt, bei den Schlitten steht der letztere lose auf Schlittenkufen. Als Förderbahn dient in der Regel die natürliche Sohle und zwar in den Abbauen der Flötze deren Liegendes, höchstens werden noch Bretter auf die Sohle gelegt. Außerdem erfolgt die Förderung stets abwärts und zwar in wenig mächtigen Flötzen und bei hohen Abbaustößen (Strebbau), weil man in diesen Fällen mit der rollenden Förderung nicht bis dicht vor die Gewinnungspunkte gelangen kann.

Die größeren Förderwagen verkehren dabei in Strecken, denen man durch Nachreißen des Nebengesteines die erforderliche Höhe gibt, und nehmen die in den Schlepptrögen oder Schlitten herangeschaffte Förderung auf.

---

<sup>1)</sup> Combes, *Traité de l'exploitation des mines*. II, S. 185. Deutsch von Hartmann.

Die zweckmäßigste Neigung der Förderbahn für schleppende Förderung ist zwischen  $8^\circ$  und  $15^\circ$ . Unter  $8^\circ$  ist das Schleppen nach abwärts, über  $15^\circ$  dasjenige der leeren Gefäße nach oben zu schwer.

Die zum Schleppen gebrauchten Fördergefäße haben in Saarbrücken<sup>1)</sup> einen Inhalt von 0,2 cbm mit 125 bis 150 kg Kohlefüllung. Außerdem sind sie an beiden Enden mit Ösen versehen, in welche der über die Schulter des Arbeiters zu legende Schleppgurt oder das Sielzeug eingehakt wird.

## 2. Kapitel.

### Rollende Förderung.

#### a. Geräte.

**5. Einrädrige Karren.** — Die einrädriigen Karren oder Laufkarren bestehen aus einem Kasten mit geraden oder geneigten Seitenbrettern, an welchem einerseits die Karrenschenkel oder Karrenbäume, anderseits ein Rad angebracht sind.

Das Rad besteht am besten aus Gußstahl oder Schmiedeeisen, vielfach aber auch aus Holz mit eisernen Reifen. Die Schenkel bilden entweder mit den Seitenbrettern ein Stück, oder sie sind aus starken Pfählen hergestellt und mit dem Kasten verschraubt. Die letztere Einrichtung ist vorzuziehen, weil die Karrenbäume besser halten, als die aus geschnittenen Brettern hergestellten Schenkel, und auch außerdem leichter auszuwechseln sind, als diese.

Der Laufkarren bildet im mechanischen Sinne einen einarmigen Hebel, das Rad dessen beweglichen Stützpunkt. Als passendes Verhältnis der Hebelarme betrachtet man in Erzgruben ein solches von 0,5:1,4, in Kohlengruben von 0,9:1,6 (Lastarm zu Kraftarm).

Der Durchmesser des Rades ist in Saarbrücken 41 cm, in Freiberg 52 bis 55 cm; im allgemeinen soll man weder unter, noch über diese Durchmesser gehen.

Der Inhalt eines Karrens ist im Harz 2 Kübel = 0,1 cbm. Mit Hilfe von (losen) Aufsatzbrettern können bei leichtem Gebirge 3 bis 4 Kübel geladen werden. In Saarbrücken<sup>2)</sup> enthält ein Karren 125 bis 175 kg, an andern Orten 50 bis 100 kg Kohle. Das Eigengewicht beträgt im allgemeinen etwa 25 kg.

Der Karren wird in Verbindung mit einem Sielzeuge (Sielen) an-

1) Preuß. Zeitschr. 1866, Bd. 2, S. 180.

2) Ebenda 1856, Bd. 3, S. 180.

gewendet, welches die Last auf die Schultern des Arbeiters überträgt und so geführt wird, daß es einerseits auf die linke Schulter und anderseits über den rechten Oberarm gelegt wird. Man erleichtert dadurch das Einhalten der Richtung.

Bei niedrigen Strecken wird das Sietzeug über das Kreuz gelegt, während der Arbeiter beide Hände auf den Karren bzw. dessen Inhalt stützt und mit ihnen den Karren lenkt.

Große Förderlängen werden in Wechsel geteilt. Dieselben müssen so lang sein, daß während des Einfüllens der volle Karren hinwärts und der leere zurückgelaufen werden kann. Je nach der Beschaffenheit des Laufes schwankt bei gleichem Inhalte der Karren die Länge der Wechsel zwischen 50 und 100 m, gewöhnlich beträgt sie 80 m. Jede schärfere Krümmung wird für 10 m Lauflänge gerechnet.

Bei der Karrenförderung sind folgende Nutzleistungen pro Stunde Arbeitszeit und 1 km Lauflänge erzielt:

in Freiberg . . . . .	77,280 kg <sup>1)</sup>
- der Provinz Sachsen nach Ottliliae . . . . .	52,038 -
- Rive de Gier unter günstigen Verhältnissen. . .	72—90,000 - <sup>2)</sup>
- - - bei ungünstigen Verhältnissen . . .	30,000 -

An einzelnen Punkten soll man sogar 100 bis 110 kg erreicht haben<sup>3)</sup>, was der Berechnung von Weisbach<sup>4)</sup> ziemlich nahe kommt.

**6. Zweirädrige Karren.** — Zweirädrige Karren sind wegen ihrer hohen Räder (ca. 1 m), zwischen denen der Kasten hängt, an sich für die Förderung sehr vorteilhaft, können aber nur über Tage oder in hohen Strecken gebraucht werden, so u. a. beim Salzbergbau im Salzkammergute<sup>5)</sup> und beim Tagebau im sächsischen Braunkohlenreviere, wo 2 Mann auf 200 m Förderlänge so viel wie 7 Karrenläufer leisteten<sup>6)</sup>. Die Karren bewegen sich auf Laufbohlen.

**7. Hunte (Wagen).** — Hunt (jedenfalls von dem slowakischen Worte »Hyntow« = Wagen abzuleiten<sup>7)</sup>) ist die ältere bergmännische, Wagen oder Förderwagen die moderne Benennung für vierrädrige Streckenfördergefäße. Eine auf konstruktiven Unterschieden beruhende Verschiedenheit der Bezeichnung<sup>8)</sup> läßt sich nicht durchführen.

1) Serlo, Bergbaukunde. 1884, II, S. 8.

2) Burat, Cours d'expl. des mines. 1876, S. 341.

3) Burat a. a. O. S. 341.

4) Weisbach, Lehrb. der Ing- u. Maschinen-Mechanik. Bd. 3, S. 572.

5) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 34.

6) Ebenda 1860, Bd. 8, S. 124.

7) Hoppe, Die Bergwerke, Aufbereitungsanstalten, Hütten u. s. w. des Ober- und Unterharzes. Clausthal 1883. — Danach darf man nicht »Hund« schreiben.

8) Ržiha, Tunnelbaukunst. S. 278, 281.

Die älteste Abbildung eines Huntess findet sich in Agricola<sup>1)</sup>.

Der ungarische Hunt<sup>2)</sup>, das erste vierrädrige Fördergefäß, welches beim Bergbau eingeführt wurde und deshalb von historischer Wichtigkeit, besteht aus einem hölzernen Kasten mit Eisenbeschlag, welcher sowohl

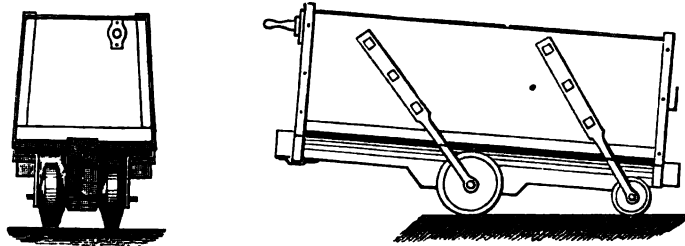


Fig. 286 u. 287. Ungarischer Hunt.

nach oben, als auch nach vorne verjüngt ist (Fig. 286 und 287). Unter dem Boden ist der Länge nach ein Stürzel oder Dexel, d. h. ein 80 bis 104 mm breites, 156 mm hohes Bohlenstück mit Schrauben befestigt.

An dem Stürzel sind die Achsen für zwei Paar Räder angebracht, von denen sich das größere Paar nahe unter dem Schwerpunkte des Wagens und das kleinere am vorderen Ende befindet.

Die Leistung<sup>3)</sup> ist im Maximum  $2\frac{1}{2}$  mal so groß, als mit dem Karren. Günstig ist schon das Verhältnis 7:3, oder 2:1, am Harz betrug es nur 9:7<sup>4)</sup>.

An die Stelle der älteren Walzenhunte sind in Mansfeld für die Förderung in den niedrigen Strebörtern, deren Länge man durch näheres Heranbringen der Hauptförderstrecken möglichst abzukürzen sucht (III. Abschn. 57), die Strebräderhunte getreten, welche aus Holz oder Eisen bestehen, ein Ladegewicht von 150 kg haben<sup>5)</sup> und 142 cm lang, 60 cm breit und von der Schienenoberkante gemessen 26 cm hoch sind.

Diese Hunte werden mittels Sielzeug, welches am rechten Fuße des Arbeiters befestigt ist, in der Weise »getreckt«, daß sich der mit Achsel- und Beinbrett versehene Arbeiter auf der Sohle liegend fortbewegt.

Die Leistung beträgt in der achtstündigen Schicht abwärts auf 100 m Länge 21 bis 22, auf 200 m Länge 15, auf 490 m Länge 9 Hunte, auf sölhiger Bahn und auf Tragewerk bei 100 m Länge 37, bei 20 m Länge 50 Hunte.

1) Ržiha, Tunnelbaukunst. S. 278, 281.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865, S. 154, 155. — Preuß. Zeitschr. 1871, Bd. 19, S. 263.

3) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 31.

4) Serlo a. a. O. 1878, II, S. 11.

5) Hartmann, Bgbkde. S. 572. — Combes, Bgbkde. Deutsch von Hartmann. II, S. 190.

Um das Spurhalten zu erleichtern, gab man den Hunten am Boden einen Spurnagel<sup>1)</sup>, d. h. einen eisernen Bolzen mit und ohne Reibungsrolle am unteren Ende, welcher sich zwischen zwei Holzgestängen führte.

Obgleich das Spurhalten mit diesem Hunte erleichtert wurde, stellten sich, da die Spur selten rein blieb und sich auch an den Seiten ungleich ausarbeitete, so große Reibungswiderstände heraus, daß die Leistung kleiner ausfiel, als beim ungarischen Hunte. Zum Teil war er noch vor kurzem auf den Braunkohlengruben am Habichtswalde in Gebrauch<sup>2)</sup>, ist aber sonst gänzlich abgeworfen.

Der auf einer Pfostenbahn mit Spurlatte laufende deutsche Hunt<sup>3)</sup> hat wie der ungarische Räder ohne Spurkranz aus Gußeisen, oder aus Holz mit eisernen Reifen, alle vier Räder sind aber gleich groß.

Unter englischen Förderwagen versteht man solche, welche Räder mit Spurkränzen haben und auf Gestängen oder Schienen laufen. Wie unter 2 und 19 erwähnt ist, sind sie übrigens keine englische, sondern eine deutsche Erfindung und haben ihren Namen wohl nur daher, daß sie bei dem englischen Steinkohlenbergbau zuerst eine ausgedehnte Anwendung fanden.

Im Laufe der Zeit hat sich eine große Anzahl verschiedener Konstruktionen herausgebildet, von denen die wichtigsten im folgenden besprochen werden sollen.

Im allgemeinen muß diese bei weitem wichtigste und gegenwärtig allgemein angewendete Klasse von Förderwagen in ihrer Konstruktion folgenden Anforderungen entsprechen:

1 Müssen sie bei genügender Haltbarkeit, besonders für Schlepperförderung, möglichst leicht sein.

In Saarbrücken<sup>4)</sup> beträgt das Gewicht des leichtesten (hölzernen) Förderwagens (Sulzbach-Altenwald) 265 kg mit 0,57 cbm Inhalt, dasjenige des schwersten (Kettenförderung im Burbachstollen) 346 kg bei 0,58 cbm Inhalt. Auf den Gruben Heinitz und Dechen setzt sich das Gewicht eines Wagens folgendermaßen zusammen:

Holzkasten und Langbäume. . . .	108 kg
Eisenbeschlag einschl. Schrauben .	116 -
zwei Radsätze auf Achsen . . . .	88 -
	<hr/>
im ganzen	312 kg.

Bei einer Nutzlast (einschl. Überladung) von 525 kg schwankt in Saarbrücken demnach das Gewicht der toten Last zur Gesamtlast zwischen 33 und 40 %, der Preis pro Wagen zwischen 50 und (Heinitz) 89 .#.

1) Hartmann, Bgbkde. S. 561. — Combes, Bgbkde. Deutsch von Hartmann. II, S. 189. — Ržiha, Tunnelbau (1865), S. 279.

2) Berggeist 1886, Nr. 82 u. 83.

3) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 42.

4) Ebenda 1885, Bd. 23, S. 166.



In Westfalen stellt sich das durchschnittliche Gewicht eines Förderwagens auf 288 kg.

2) Dürfen sie nicht höher sein, als daß sie der Arbeiter bequem füllen und in mäßig gebückter Stellung schieben kann, wenn er die Hände auf den Rand legt. Eine passende Höhe ist, von der Schienenbahn ab gerechnet, etwa 80 cm.

3) Muß der Wagen, wenn er entgleist ist, durch einen Arbeiter wieder auf das Gleis zu bringen sein, zu welchem Zwecke man die Räder möglichst in der Mitte der Wagenlänge anbringt.

4) Müssen sie sich dem gegebenen Raume in den Förderstrecken und bei Gestelleförderung in den Schächten anpassen.

5) Hat man ihnen dadurch genügende Stabilität zu geben, daß man die Kasten nicht zu hoch über die Räder stellt und die Spurweite nicht zu klein nimmt.

6) Muß der Wagen beim Bewegen möglichst wenig Reibungswiderstände bieten, was durch passende Größe der Räder und durch gute Schmiervorrichtungen zu erreichen ist.

7) Darf bei Menschenförderung das Gewicht des Inhaltes nicht zu groß sein, damit die Kraft des Arbeiters nicht zu früh erlahmt.

Das Material für die Förderwagen ist Holz und Eisen- oder Stahlblech. In Gruben, wo ein Durchgehen und Zertrümmern der Wagen leicht vorkommt, wie u. a. bei steilen Diagonalen, sind die hölzernen Wagen vorzuziehen, weil Reparaturen weit leichter und billiger vorzunehmen sind, als bei eisernen Wagen<sup>1)</sup>. Im übrigen aber sind die letzteren mit Recht sehr beliebt, weil sie einer laufenden Abnutzung wenig ausgesetzt und leichter sind, als ältere, feucht gewordene, hölzerne Wagen.

Auf Zeche Rheinpreußen bei Homberg a. Rh. läßt man seit 1882 die ganzen Stahlblechkasten mit gutem Erfolge verzinken, weil die Stahlbleche in Folge der 4% Kochsalz haltigen Wasser der tiefsten Sohle bereits nach 3 bis 4 Jahren vollständig zerfressen und unbrauchbar waren. Die Kosten des Verzinkens betrugen etwa 12 M<sup>2)</sup>.

Die eisernen Förderwagen auf den Bergwerken der Vereinigungsgesellschaft im Reviere Aachen werden bei der Anfertigung zum Schutze gegen das Rosten mit einem Asphaltanstriche versehen, wobei man die Blechkasten über einem leichten Feuer aus Hobelspänen erwärmt und die heiße Anstrichmasse schnell aufträgt. Der Anstrich trocknet sofort und hat lackartiges Aussehen. Die Anstrichmasse wird aus Steinkohlenteer und Asphalt in der Weise hergestellt, daß man Asphalt in kochendem Teer schmelzen läßt. Die Kosten des Anstriches betragen bei gleichzeitiger Herstellung von 20 Förderwagen 6,64 M, für je einen Wagen somit 33,2 Pf<sup>3)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17, S. 73.

2) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 286.

3) Ebenda.

Auch das Verfahren von L. Haarmann in Eschershausen bei Vorwohle, bei welchem die mit Asphalt zu überziehende Fläche eines beliebigen Materials (Holz, Eisen, Steine) vorher mit einer Lösung von Asphalt bestrichen wird, ist zu empfehlen. Der Asphaltüberzug haftet dabei sehr fest.

Die gebräuchlichsten Förderwagen (Hunte) sind solche ohne Klappen, welche über Tage mittels besonderer Stürzvorrichtungen — Wipper — entleert werden müssen, während die Wagen mit Klappen einfach hinten aufgehoben und nach Öffnen der Klappe entleert werden. Aus diesem Grunde sind die Vorrichtungen zum Ausstürzen bei Anwendung der Hunte mit Klappen einfacher und billiger, wogegen man allerdings den Nachteil hat, daß die Klappen sich während der Förderung leicht öffnen, womit eine Verzettlung von Kohle und eine Verunreinigung der Förderbahn verbunden ist. Außerdem sind die Wagen mit Klappen weit weniger haltbar. Der Verschluß der letzteren geschieht u. a. mit einem einfachen, stehenden Riegel oder, wie meist auf den böhmischen Braunkohlengruben, mittelst einer unter dem Wagen hindurchgehenden und in Lagern geführten Stange, welche an beiden Enden umgebogen ist. Der eine Haken faßt von unten die Klappe, der andere dient zum Öffnen und Schließen derselben.

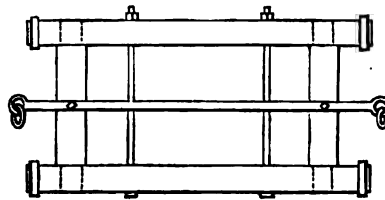


Fig. 288. Förderwagengestell.

Fernere Unterschiede sind zwischen Wagen mit und ohne Gestelle. Bei der letzteren Art sind die Achsen direkt am Wagenboden, bei den ersteren an einem besonderen Gestelle (Fig. 288) befestigt, auf welchem zugleich der Wagenkasten festgeschraubt ist. Die Langbäume des Gestelles treten an beiden Enden etwas vor, sind mit eisernen Bändern umgeben und dienen als Puffer.

8. Beispiele von Wagenkonstruktionen. — In Westfalen sind beide eben genannte Arten vertreten. Bei eisernen Förderwagen fehlt das Ge-

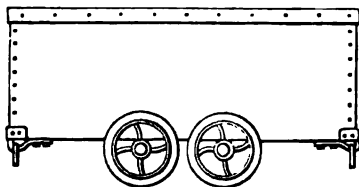


Fig. 289 u. 290. Förderwagen von Zeche Konstantin.

stell am häufigsten, so z. B. bei den Förderwagen von Zeche Konstantin der Große (Fig. 289 und 290). Derselbe hat eine Blechstärke von  $2\frac{1}{2}$  mm,

ein Ladungsgewicht von 500 kg und ein Leergewicht von 232 kg, nämlich:

der Kasten	184 kg
4 Gußstahlräder	30 -
2 Eyrardsche Achsen	18 -

Ein fernerer Beispiel bietet der Wagen von Prinz-Regent (Fig. 291, 292 und 293). Derselbe hat 4 mm Blechstärke, dabei einen 5 cm starken

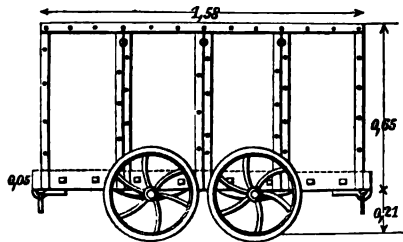


Fig. 291.

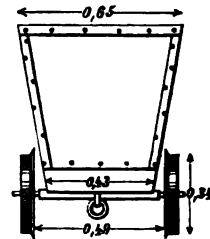


Fig. 292.

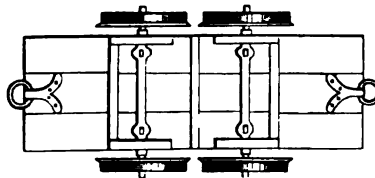


Fig. 293.  
Förderwagen der Zeche Prinz-Regent.

eichenen Boden und ein Gesamtgewicht von 222 kg. Der Preis für 1 Wagen beträgt 84  $\mathcal{M}$ , der Inhalt 10 Neuscheffel oder 5 hl. Die neueren Wagen haben 500 kg Inhalt, 3 mm Blechstärke, Patentachsen und 268 kg Wagengewicht. Jedes Rad wiegt 9,2 kg.

Der hölzerne Boden wird anstatt eines eisernen deshalb eingelegt, weil er sich leicht auswechseln läßt. Auch hölzerne Wagen versieht man mit einem besonderen »falschen« Boden, weil sich der letztere am schnellsten abnutzt, während die Kastenwände mehrere Böden überdauern. Häufig läßt man das Bodenbrett etwas vorstehen, damit es als Puffer dienen und hierdurch zur Schonung der kurzen Wagenwände beitragen kann.

Der nach oben sich erweiternde Querschnitt des Wagens erleichtert einerseits das Einfüllen, andererseits sind dadurch die Radachsen besser gegen Verunreinigung und die Räder gegen Beschädigung geschützt.

Dasselbe erreicht man durch die in Fig. 294 dargestellte Wagenform.

Bei einigen neueren Konstruktionen von eisernen Förderwagen hat man

wiederum ein Gestelle eingeführt, welches aus zwei Langbäumen von I-Eisen mit eingesetzten Querschnitten besteht.

Die Siebeckschen Stanzwerke in Bochum liefern Förderwagen mit rundem, 8 mm starkem Bodenblech und gepreßten Stahlblechkopfstücken.

Als Beispiel eines hölzernen Wagens ohne Gestelle ist der in Fig. 295, 296 und 297 dargestellte von Zeche Altendorf in Westfalen gewählt, von welchem auch die Art und Weise eines zweckmäßigen Beschlages zu entnehmen ist. Der Boden besteht aus 52 mm starkem Eichenholze und dient zugleich als Puffer.

Ähnlich sind die Maße der Wagen in Saarbrücken<sup>1)</sup>, während man in Oberschlesien häufig Förderwagen trifft, welche eine mehr würfelförmige Gestalt haben, also kürzer und höher sind. Derartige Wagen lassen sich schlechter füllen und schieben, kippen leichter über, ent-

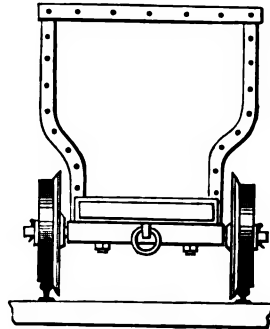


Fig. 294. Eiserner Förderwagen mit gebogenen Wänden.

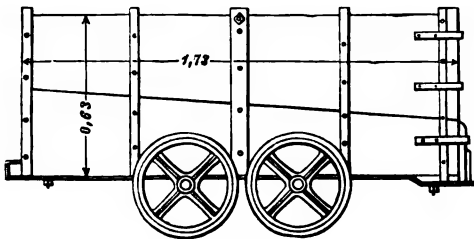


Fig. 295.

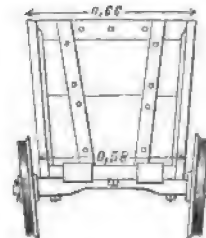


Fig. 296.

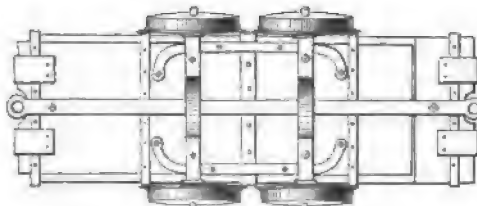


Fig. 297.  
Hölzerner Förderwagen von Zeche Altendorf.

gleisen infolge dessen und sind weit schwerer durch einen Arbeiter wieder auf das Gleis zu heben, als Wagen der vorher erwähnten Bauart.

1) Preuß. Zeitschr. 1864, Bd. 12, S. 158; 1885, Bd. 23, S. 163.

Fig. 298 zeigt einen Wagen mit Gestelle, wie er in Westfalen und auch in England<sup>1)</sup> in Gebrauch ist. Sonst haben die englischen Wagen vielfach gerade Wände und sind außerdem im Grundrisse rechteckig und quadratisch.

Eiserne Wagenkasten mit hölzernem Gestelle waren in Mansfeld in Gebrauch<sup>2)</sup>, sind aber meistens durch solche mit eisernem Gestelle ersetzt.

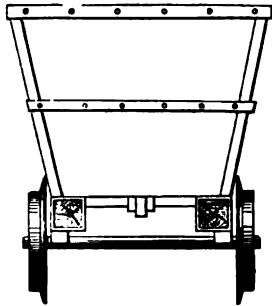


Fig. 298. Förderwagen mit Gestelle.

Bei allen Förderwagen, welche mit Sichelzeugen geschleppt oder welche zusammengekoppelt werden sollen, geht unter dem Boden hindurch ein Zugeisen, welches an jeder Seite

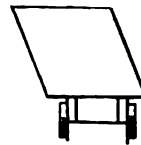


Fig. 299. Förderwagen mit schieferm Kasten.

einen Ring trägt. Das Zugeisen ist ebenso, wie die Achsen, entweder direkt am Wagenboden oder am Gestelle befestigt. Andere Einrichtungen, bei denen kurze Zugeisen an beiden Enden des Wagens angeschraubt sind, erscheinen weniger zweckmäßig.

**9. Förderwagen mit schieferm Kasten.** — Um in den Förderstrecken weniger nachreißen zu müssen, hat man auf Grube Espérance in stehenden Flötzflügeln (dressants), wo die Türstöcke 85° Neigung haben, Wagen mit überhangenden Wänden (Fig. 299) aus 4 mm starkem Eisenblech angewendet<sup>3)</sup>.

**10. Gestellwagen.** — Unter Gestellwagen versteht man bloße Gestelle mit Rädern und Plattform. Dieselben sollen entweder lose Kasten aufnehmen und sie unter den Schacht fahren, wo sie am Haspelseil angeschlagen werden, oder sie dienen zum Transport von Holz, Maschinenteilen u. s. w. und sind dann zweckmäßig als Rollwagen<sup>4)</sup> gebaut, d. h. derart, daß die Räder, um sie beim Auf- und Abladen nicht zu beschädigen, ganz unter dem Wagen liegen.

**11. Bühnenwagen.** — Werden auf einen Gestellwagen mehrere Förderwagen geschoben, um das Umladen in größere zu vermeiden, so nennt man einen solchen, mit quer liegenden Fördergleisen versehenen Wagen

1) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 59.

2) Ebenda 1871, Bd. 19, S. 266.

3) Serlo a. a. O. 1878, II. S. 28. — Bergegeist 1861, S. 271.

4) Röhrl a. a. O. (1865), S. 282.

einen Bühnenwagen. Von diesen werden bei Pferdeförderung mehrere zusammengekoppelt.

**12. Kippwagen.** — Kippwagen sind solche, deren Kasten sich beim Ausladen drehen lassen und sich dabei auf eine Abschrägung des Gestelles legen. Man unterscheidet Vorkipper und Seitenkipper, je nachdem sie nach vorne oder nach der Seite hin auskippen. Die Kippwagen sind wegen des Gestelles hoch gebaut und eignen sich deshalb nicht für Grubenförderung, wohl aber u. a. für Bergetransport über Tage, von einer am Schachte angebrachten Verladetasche bis zur Berghalde.

**13. Muldenwagen.** — Eine sehr zweckmäßige, beliebte Art von Wagen, welche ohne besondere Kippvorrichtung entleert werden sollen, sind die Muldenwagen<sup>1)</sup>. Bei ihnen bewegt sich der muldenförmige Kasten beim Stürzen wiegenartig auf dem Gestelle und wird in der tiefsten Stellung durch eine besondere Vorrichtung festgehalten. Beim Transporte wird der Kasten durch zwei seitlich angebrachte Haken in seiner Lage erhalten.

Ein solcher Wagen faßt für Bergetransport über Tage etwa 0,71 cbm und kostet etwa 120 *M.* Auf der Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein sind eiserne Muldenwagen von R. Leder in Quedlinburg in Gebrauch, welche 2 cbm fassen, 900 kg wiegen, eine Ladefähigkeit von 2,50 t und einen Preis von 600 *M.* haben<sup>2)</sup>. In Saarbrücken sind besondere Berge-  
wagen in Gebrauch<sup>3)</sup>.

**14. Räder.** — Die Räder bestanden ausschließlich aus Gußeisen (Hartguß), neuerdings vorwiegend aus Gußstahl. Die letzteren sind zwar teurer nach Gewichtseinheit, weniger nach Stück, weil sie sehr leicht und dennoch haltbarer sind, als gußeiserne. Nach Saarbrücker Ermittlungen<sup>4)</sup> betrug im Jahre 1877 der Verbrauch an Rädern:

- |   |        |
|---|--------|
| 1) aus getempertem Gußstahl nach dem Verfahren von Poulet |        |
| und Dejaer in Lüttich . . . . .                           | 0,6%   |
| 2) aus ungetempertem Gußstahl . . . . .                   | 9,8 -  |
| 3) aus Gußeisen . . . . .                                 | 30,0 - |

Die Räder sind entweder Scheibenräder mit und ohne Löcher oder Speichenräder. Bei Förderung in Diagonalen sind Scheibenräder ohne Löcher nicht brauchbar, wenn man bremsen muß, was durch Einstecken von dicken Holzstöcken in die Löcher oder Speichen geschieht.

Der Durchmesser der Räder ist möglichst groß zu nehmen, weil die Wagen dann leichter gehen. Es dürfen aber die Wagen selbst nicht zu hoch werden. In Westfalen ist ein Durchmesser des Laufkranzes

1) Preuß. Zeitschr. 1863, Bd. 11, S. 261.

2) Ebenda 1881, Bd. 29, S. 264.

3) Ebenda 1870, Bd. 18, S. 43; 1872, Bd. 20, S. 373.

4) Ebenda 1879, Bd. 27, S. 270.

von 36,4 cm (am Spurkranze 41,0 cm), in Saarbrücken<sup>1)</sup> ein solcher von 38 cm üblich. Ein solches Rad wiegt in Saarbrücken 14,5 bis 15 kg, ein Paar Räder mit Patentachse (16) für 673 mm Spurweite 45,2 bis 52,1 kg. Unter 26,5 cm wird man nur bei sehr niedrigen Strecken herabgehen. Damit sich die Räder von vornherein gut einlaufen, müssen ihre Naben bei festen Achsen gut ausgedreht sein.

Der Spurkranz wird nach dem Rande zu schwächer, dabei ist allerdings ein Entgleisen leichter möglich, aber gleichzeitig die Reibung geringer.

Der Laufkranz hat eine Breite von 26 bis 46 mm und ist entweder zylindrisch oder konisch<sup>2)</sup>.

**15. Achsen.** — Die bei den Grubenwagen gebräuchlichen Achsen sind zunächst danach verschieden, ob sie fest am Wagen, beziehungsweise am Gestelle angebracht sind, wobei die Räder sich drehen, — oder ob die Räder fest mit den Achsen verbunden sind, wobei letztere in besonderen Lagern laufen.

Im ersteren Falle haben die Achsen schwach konische, gut abgedrehte Zapfen, im andern sind sie an der im Lager laufenden Stelle abgedreht.

Die älteren Förderwagen hatten ausschließlich feste Achsen und bewegliche Räder. Auch jetzt sind dieselben noch in Anwendung, weil die Wagen dabei leicht durch Krümmungen zu bringen sind und sich am billigsten stellen. Sie haben aber den Übelstand, daß die Radnaben sehr leicht verunreinigt werden, daß die Wagen infolgedessen schwer gehen und Naben sowohl als Achsenzapfen sich schnell abnutzen. Außerdem verbraucht man dabei sehr viel Schmiermaterial, weil dasselbe leicht herausgepreßt wird und zum großen Teile schon beim Schmieren verloren geht.

Bei beweglichen Achsen und festen Rädern lassen sich diese Nachteile allerdings leicht beseitigen, die Wagen gehen aber beim Passieren von Kurven schwer, weil die Räder an der Außenseite der Kurven in gleicher Zeit einen größeren Weg zurücklegen müssen, als die andern und deshalb von diesen gebremst werden, ein Übelstand, welcher mit der Spurweite wächst. Man hat deshalb am Harz bei großer Spurweite jedem Rade an Erzhausen eine besondere bewegliche Achse gegeben, welche in zwei Lagern läuft, erreicht aber denselben Zweck in neuerer Zeit weit einfacher durch die immer allgemeiner angewendete Einrichtung, daß man an beweglichen Achsen zwei über Kreuz stehende Räder fest und zwei beweglich macht, indem man bei zwei Rädern einen Splint in die Nabe eingreift, bei den andern jedoch nur durch den aus der Nabe hervorragenden Achsenzapfen gehen läßt, s. Fig. 300.

1) Preuß. Zeitschr. 1864, Bd. 33, S. 160; 1885, Bd. 33, S. 165.

2) Verbesserte Grubenwagenräder der Susquehanna-Kohlengesellschaft. Eng. and Min. Journ. Bd. 49, S. 680.

Auf gerader Bahn werden sich dabei nur die Achsen bewegen, weil sie in ihren Lagern gut geschmiert sind.

Die Achsen bestehen aus Schmiedeeisen und in neuerer Zeit vielfach aus Gußstahl.

**16. Schmieren der Wagen<sup>1)</sup>.** — Das Schmieren der Wagen hat einen großen Einfluß auf die Förderleistung. Dasselbe muß in solcher Weise geschehen, daß bei möglichst geringem Aufwande an Material die Förderwagen gleichmäßig gut laufen.

Bei den gewöhnlichen festen Achsen mit beweglichen Rädern werden die Wagen, am besten in sogenannten Schmierwippen<sup>2)</sup> oder ähnlichen Vorrichtungen<sup>3)</sup>, auf die Seite gelegt. Darauf gießt man flüssiges Öl in die Nabe, während das Rad schnell umgedreht wird. Bei Anwendung zäher Schmiere, welche nach dem Abnehmen des Rades mit einem Pinsel aufzutragen ist, geht allerdings weniger Material, aber mehr Zeit verloren. Dabei muß jeder Wagen in einer Schicht mindestens einmal geschmiert werden.

Die Bemühungen, bei festen Achsen und beweglichen Rädern Schmiervorrichtungen an den letzteren anzubringen, um ohne Materialverlust eine gleichmäßige Schmierung für längere Zeit zu erreichen<sup>4)</sup>, haben sich keinen allgemeinen Eingang verschafft, weil die Räder dabei zu schwer und teuer wurden.

Von besserem Erfolge waren dieselben Bemühungen bei rotierenden Achsen begleitet und ist in dieser Beziehung besonders die Schmiervorrichtung von Evrard<sup>5)</sup> zu erwähnen.

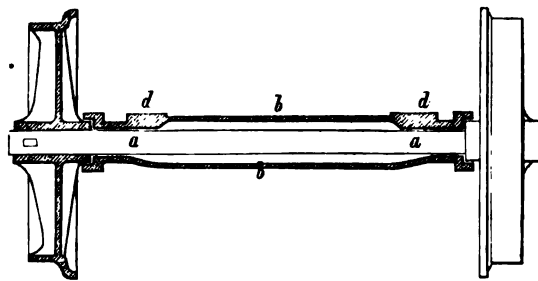


Fig. 300.

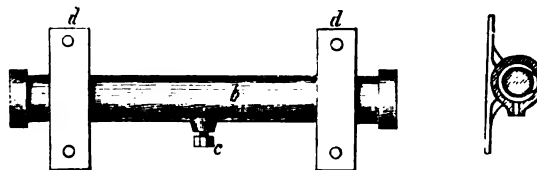


Fig. 301 u. 302. Patentachse von Evrard.

1) Selbstschmierendes Rad für Förderwagen von Irving Barker. Amerik. Patent 439094. — Stahl u. Eisen 1891, S. 158.

2) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2A, S. 374. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865, S. 143.

3) Ebenda 1885, Bd. 33, S. 228. (Pannek zu Concordiagrube O./S.)

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1867, S. 286. — Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2A, S. 374; 1856, Bd. 7, S. 179.

5) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1863, S. 179.



Die Patentachse von Evrard besteht aus einer beweglichen Achse *a* (Fig. 300, 301 u. 302), welche von einem die Schmierkammer bildenden hohlen Zylinder *b* umgeben ist. Der letztere wird durch den mit einer Schraube verschließbaren Ansatz *c* gefüllt und mit den Lagern *d* am Boden des Wagens oder am Gestelle befestigt.

Die Schmiere arbeitet sich allmählich nach den tragenden Stellen hin, ist aber durch das genaue Anschließen der Radnabe an die Schmierbüchse am Austreten verhindert.

Die Evrardsche Patentachse ist viel in Anwendung. Sie braucht, ebenso wie die Köpesche, nur alle 4 bis 8 Wochen frisch gefüllt zu werden und erhält während dieser Zeit die Wagen in gleichmäßig guter Schmierung.

Die Schmiere wird bei diesen Vorrichtungen, weil Öl verdickt, in zäher Form eingebracht und zwar in der Regel mit einer Handspritze. In Friedrichsthal bei Saarbrücken benutzt man zu demselben Zwecke einen Schmierkessel<sup>1)</sup> aus einem alten Dampfkesselfeuerrohre, aus welchem die Schmiere mit Hilfe einer Luftpumpe durch einen mit Absperrhahn versehenen Gummischlauch in die Radbüchsen gedrückt wird.

Übrigens ist man vielfach von der Anwendung dieser Patentachsen wieder abgegangen, weil sich dieselben sowohl in Bezug auf Anschaffung, als auch in der Unterhaltung, wegen der häufig vorkommenden Brüche als zu kostspielig erwiesen haben.

Der Radsatz von A. Halmay (D. R. P. Nr. 25007)<sup>2)</sup> unterscheidet sich von dem Evrardschen vorteilhaft dadurch, daß die Hülse der Achse in vertikaler Richtung einen Spielraum von 15 bis 20 mm gewährt. Dadurch wird erreicht, daß auf unebenem Gleise und in Kurven die Räder stets auf den Schienen bleiben und Entgleisungen weniger leicht vorkommen können. Auch läuft die Stahlachse nicht unmittelbar auf der stählernen Hülse, sondern auf einer Metalllegierung, mit welcher die Lagerstellen der Hülse ausgegossen sind, wodurch eine wesentlich leichtere Beweglichkeit, als bei den bisher gebräuchlichen Radsätzen erzielt wird.

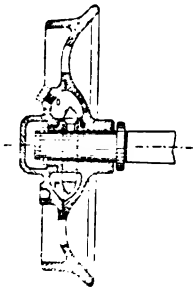


Fig. 303. Schulz-Rad.

Beim Rade von R. Schulz (Fig. 303) ist zur Bildung der Schmierkammer auf der Radnabe ein gewölbter Deckel aufgeschraubt, dessen abgedrehter Rand in der kreisförmigen Vertiefung der Radscheibe abgedichtet ist. Die dickflüssige Schmiere wird unter Benutzung einer Handspritze durch die mit einer Schraube verschließbare Öffnung *o* eingeführt. Die

1) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 250; 1885, Bd. 33, S. 228.

2) Ebenda 1889, Bd. 37, S. 216.

Schmierkammer nimmt bei etwa  $\frac{2}{3}$  Füllung  $\frac{1}{8}$  kg Schmiere auf. Zur Achse gelangt die Schmiere durch die 7 mm weite Bohrung  $b$  in der Nabe, unter Vermittelung des in der Schmierkammer angebrachten losen Schöpfringes  $r$ , welcher beim Drehen des Rades eine fortwährende Zuführung der Schmiere zur Bohrung  $b$  bewirkt.

Auf den königl. Steinkohlenwerken in Zaukeroda i. S. und in Mansfeld hat sich das Schulz-Rad vollkommen bewährt. Der Schmiervorrat soll für 2 bis 3 Monate ausreichen<sup>1)</sup> und die Betriebskosten betrugen für 1 Förderwagen auf 100 km Länge nur 5,6  $\mathcal{M}$ , während sie sich bei der Evrardschen Patentachse auf 15,5 und bei dem Halmay-Rade auf 13,5  $\mathcal{M}$  stellten.

Die Schmiervorrichtung von Eschenbach (D. R. P. Nr. 10611 und 12533) wird mit konsistentem Fette gefüllt, welches der Achse ebenso sparsam wie sicher zugeführt wird<sup>2)</sup>.

Auf Zeche Shamrock III und IV bei Herne hat man die Erfahrung gemacht, daß die Reibung am geringsten ist, wenn die Achsen aus Stahl, die Büchsen aus Gußeisen bestehen. Wenn beide aus Stahl bestehen, ist die Reibung größer.

Die Fahrendeller Hütte, Winterberg & Jüres in Bochum, fertigen für ihre Radsätze Doppellager mit selbsttätiger Schmierung an. Ein Steifwerden des Schmiermaterials wird durch eine 40 mm dicke Stahlkugel in der Schmierkammer, welche beim Fahren in fortwährender Bewegung gehalten wird, verhindert. Eine Neufüllung des Schmierbehälters soll bei ununterbrochener Benutzung der Wagen nur alle 10 bis 12 Wochen erforderlich sein<sup>3)</sup>.

#### b. Förderbahnen.

**17. Deutsches Gestänge.** — Die Sohle der Strecken und Abbaue ist die naturgemäße Förderbahn und wird als solche bei Schlitten- und Karrenförderung auch häufig benutzt.

Die nächste Stufe in der Entwicklung der Förderbahnen ist das Belegen einer unebenen oder weichen Sohle mit Laufpfosten. Dieselben genügten für die Förderung mit Karren, ungari- und Spurnagelhunten, anfänglich auch für deutsche Hunte, indem man die Laufpfosten auf beiden Seiten mit Spurlatten benagelte.

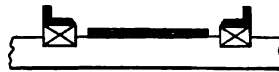


Fig. 304. Deutsche Förderbahn.

Die sogenannte deutsche Bahn wurde dann weiter in der Art verbessert, daß man auf hölzerne Schwellen Straßbäume von gleichem Material legte und auf diesen eiserne Winkel-

1) Österr. Zeitschr. 1894, S. 487, 657, Taf. XIX, Fig. 11. — Sächs. Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen 1894, S. 32.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 378, Taf. V, Fig. 13—18.

3) Glückauf. Essen 1902, S. 465.

schienen mit versenkten Nägeln befestigte (Fig. 304), so daß die Räder auf Eisen liefen und auch durch eiserne Spurlatten auf der Bahn erhalten wurden.

**Anmerkung.** Derartige Holzbahnen (deutsches Gestänge) waren es jedenfalls auch, welche nach v. Redens geschichtlicher Einleitung zu seinem »Deutschen Eisenbahnbuche« \*) schon vor 300 Jahren beim deutschen Bergbau bekannt waren und unter Königin Elisabeth (1558—1603) durch Harzer Bergleute nach England verpflanzt wurden \*\*), wo dann im Jahre 1767 ein Eisenwerksbesitzer (Benjamin Curr) bei ungewöhnlich niedrigen Eisenpreisen auf den Gedanken kam, die hölzernen Bahnen provisorisch mit gußeisernen Schienen zu belegen, um letztere bei steigenden Eisenpreisen eventuell wieder aufzunehmen und einzuschmelzen \*\*\*).

Damit war der Übergang zu den englischen Bahnen gegeben.

Alle Förderbahnen müssen in Richtung und Neigung möglichst gleichmäßig sein und auch eine an allen Punkten gleiche Spurweite haben, damit die Wagen weder durchfallen, noch die Räder festgehalten werden können.

In letzterer Beziehung ist vor allem darauf zu sehen, daß die eisernen und stählernen Schienen bei wichtigen Bahnen gleichzeitig mit dem Befestigen auf den Schwellen auch gerade gerichtet werden.

**18. Spurweite.** — Im allgemeinen eignet sich eine geringe Spurweite besser zum Durchlaufen von Krümmungen, als eine große, während bei dieser die Förderwagen einen stabileren Gang haben. Die Spurweite schwankt zwischen 50 und 75 cm, gewöhnlich beträgt sie etwa 63 cm, geht aber bei engen und vielfach gekrümmten Strecken auf 41 cm herab. Während die Spurweite in England, wo sie im Durchschnitt gleichfalls 63 cm beträgt, bis auf 126 cm steigt <sup>1)</sup>, hat man in Saarbrücken meist eine solche von 68 cm eingeführt.

**19. Gestänge.** — Anfänglich bestand das englische Gestänge aus buchenen Latten, welche auf hölzernen Schwellen (Stegen) befestigt waren. Dieselben sind noch jetzt in Gebrauch und zwar da, wo wegen sehr starker Neigung der Bahn das Abbremsen und Halten der Wagen auf eisernen Gestängen schwierig ist.

1738 nagelte man Flacheisen auf die Stangen <sup>2)</sup>, um die Abnutzung zu verhüten. Im Jahre 1775 legte der Maschinendirektor Friedrich zu Clausthal gußeiserne Schienen von der Grube Dorothee bis zum Pochwerke und baute den dazu gehörigen Hunt mit Spurkranzrädern.

1810 fand diese Wagenkonstruktion ihren Weg nach England, wo Stephenson die erste Lokomotive darauf setzte <sup>3)</sup>.

\*) Berggeist 1867, Nr. 62.

\*\*) Ržiha, Tunnelbaukunst, 1867, S. 255 u. 256 aus Agricola de re metallica.

\*\*\*) Hoppe, Die Bergwerke etc. S. 191.

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 10, S. 57.

2) Ržiha, Tunnelbaukunst, 1867, S. 255 u. 256.

3) Berggeist 1867, Nr. 2. — E. Behm in Dr. A. Petermanns Mitteil. über

Die Befestigung der hölzernen Gestänge geschieht, indem man sie entweder in die eingeschnittenen Schwellen legt und in vorgebohrte Löcher hölzerne Pflöcke schlägt, oder mit seitlich angebrachten Holzkeilen von der in Fig. 305 angedeuteten Form.

Die Stege liegen 1 m auseinander.

Die ersten eisernen Schienen

bestanden aus etwa 63 cm langen gußeisernen Stücken, siehe Abs. 2, welche mit Nägeln auf hölzernen Straßbäumen befestigt wurden. Später ging man zu gewalzten Schienen über, welche nach und nach die verschiedensten Formen erhielten, aber so viel Tragfähigkeit hatten, daß man sie ohne Straßbäume direkt auf Schwellen legen konnte.

Die einfachste Form haben die Hochkantschienen, von 13 mm Breite und 52 mm Höhe, welche mit hölzernen Keilen in den Schienen befestigt werden (Fig. 306 u. 307). Derartige Schienen werden im böhmischen Braunkohlenreviere zweckmäßig angewendet, um mit scharfen Krümmungen von der Hauptbahn in die Abbaue gelangen und hier die Wagen, ohne weiteren Schaufelwurf oder Zutragen in Schwingen, füllen zu können. Sie lassen sich bei drohendem Bruche wegen ihrer Leichtigkeit schnell entfernen und wieder neu verlegen.

Auf Hauptbahnen gab man den Hochkantschienen, weil sie die Laufkränze der Räder zu rasch einschneiden, die in Fig. 308 u. 309 angedeuteten Formen, welche nach und nach in Z- und I-Form, weiter in Chair-Form (†), und endlich in die jetzt allgemein gebräuchlichen Flügelschienen (Vignol- oder T-Schienen) mit Fuß übergingen. Außerdem sind noch die Brückenschienen (⌒) zu erwähnen.

Die Z-, Chair- und T-Schienen wurden entweder ebenfalls, wie die Hochkantschienen, in hölzernen Schwellen mit Keilen, oder in gußeisernen Stühlchen, welche man auf den Schwellen festnagelte, mit eisernen Keilen befestigt<sup>1)</sup>, während man die Brückenschienen<sup>2)</sup> direkt auf den Schwellen festnagelt.

Die Flügelschienen werden bei Anwendung hölzerner Schwellen, oder Steinsockel mit Löchern und eingeschlagenen Holzpflocken, ebenfalls einfach aufgenagelt, und zwar mit Hakennägeln, wie bei Lokomotivbahnen.

wichtige neue Erforschungen auf dem Gesamtgebiete der Geographie; Ergänzungsband Nr. 19, S. 14.

1. Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2A, S. 372.

2. Ebenda 1862, Bd. 10, S. 58.

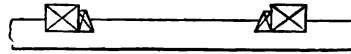


Fig. 305. Holzernes englisches Fördergestänge.



Fig. 306.

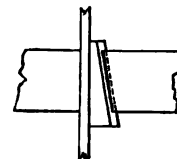


Fig. 307.  
Engl. Gestänge mit  
Hochkantschienen.

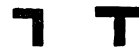


Fig. 308. Fig. 309.  
Eisernes Fördergestänge.

Von eisernen Schienen wiegt das Doppelmeter für Nutzlasten von 500 bis 600 kg etwa 20 bis 22,5 kg. Dieselben werden aber immer mehr durch solche aus Gußstahl bezw. Flußstahl verdrängt, welche zwar, nach Gewicht berechnet, etwas teurer sind als eiserne Schienen. Für das laufende Meter Förderbahn ist aber die Preisdifferenz gegen die schweren Eisenschienen nicht bedeutend. Außerdem halten die Gußstahlschienen länger und können als altes Material höher verwertet werden.

Einige der am meisten gebrauchten Sorten von Stahlschienen haben nach einem Verzeichnisse des Bochumer Vereins für Gußstahlfabrikation folgende Maße und Gewichte:

Nr.	Höhe	Kopfbreite	Fußbreite	Dicke	Gewicht pro m
		in mm			
2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	44,5	18	35	5	4,37 kg
2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> a	55	18	35	4	4,37 -
3	46	20	35	6	4,73 -
3a	60	20	40	4	4,73 -
4	50	25	44	6	6,37 -
4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	65	25	50	5	6,77 -
5	46	26	49	7	7,96 -
6	62	28	55,5	8	8,56 -

Die Nummern bedeuten gleichzeitig das Gewicht in Pfund pro Fuß rheinisch. In Saarbrücken wiegt das leichteste Profil (Nr. 4) bei einer Höhe von 47,5 mm, 33 mm Kopf-, 40 mm Fuß- und 5 mm Stegstärke 5,75 kg für das laufende Meter.

Bei diesen Schienen betragen die Gesamtkosten für 1 m einspurige Bahn mit Eichenschwellen in Stahl 2,11  $\mathcal{M}$ , in Eisen 2,02  $\mathcal{M}$ , mit Nadelholzschwellen bezw. 1,93 und 1,82  $\mathcal{M}$ , mit Schwarten als Schwellen bezw. 1,84 und 1,73  $\mathcal{M}$ . Für die Pferdeförderung, sowie für Bremsberg- und maschinelle Streckenförderung mit stehenden Maschinen hat das in Saarbrücken allgemein gebräuchliche Profil 79 mm Höhe, 28 mm Kopf-, 61,5 mm Fuß-, 6 mm Stegbreite und für das laufende Meter Schiene ein Gewicht von 11 kg.

Bei diesem Profil III, welches nur auf Eichenschwellen befestigt wird, betragen die Kosten für 1 m einspurige Bahn:

a. In Stahl

an Material . . . . .	3,77 $\mathcal{M}$
an Arbeitslohn . . . . .	0,35 -
im ganzen	4,12 $\mathcal{M}$

## b. In Eisen

an Material . . . . .	3,55 <i>M</i>
an Arbeitslohn . . . . .	0,35 -
im ganzen	3,90 <i>M</i>

Im allgemeinen ist es unzweckmäßig, aus Billigkeitsrücksichten die niedrigsten Profile zu wählen, weil diese zu leicht verschmieren, so daß die Spurkränze sehr bald in zähem Schmutze laufen, was auf die Förderleistung einen sehr ungünstigen Einfluß hat. Diesem Übelstande hilft man am besten durch Gußstahlschienen ab, welche bei der Festigkeit des Materials dünner und höher sein können, ohne schwerer und wesentlich teurer zu werden als Eisenschienen.

20. Befestigung der Flügelschienen auf eisernen Schwellen. — Die Befestigung der Schienen auf gußeisernen Schwellen mit Stühlchen<sup>1)</sup> hat sich keinen allgemeinen Eingang verschafft. Dasselbe ist mit dem, obschon weiteinfacheren und billigeren, Legrand'schen Systeme<sup>2)</sup> (Fig. 310) der Fall.

Dagegen sind in neuerer Zeit mehrere Arten von eisernen Schwellen vorgeschlagen, nämlich diejenigen von Matthieu in Bochum und von dem Hüttenwerke Phönix in Lahr bei Ruhrort.



Fig. 310.  
Schienenbefestigung in eisernen  
Schwellen nach Legrand.

Bei der Phönixer Befestigungsart sind Lappen auf den Schwellen festgenietet, jedoch so, daß sie sich abwechselnd auf der inneren und äußeren Seite der Schienen befinden und dieselben ohne jede andere Vorkehrung festhalten. Beim Bahnlegen werden die Schwellen schräg unter die Schienen gelegt und in die richtige Lage geschlagen. Dabei lassen sich jedoch die Schwellen nicht so fest legen, wie die von Matthieu, auch sind sie nur für einfaches Gleis verwendbar und bei ihrer größeren

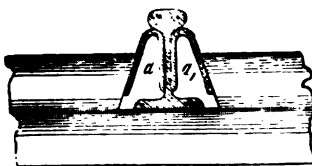


Fig. 311.



Fig. 312.

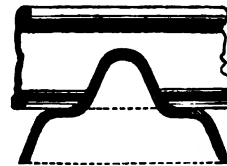


Fig. 313.

Befestigung der Schienen nach Matthieu.

Einfachheit, sowie wegen der leichten und schnellen Herstellung der Bahnen, sehr gut für Abbaustrecken geeignet, während sich die Matthieusche Schwelle für Hauptförderstrecken empfiehlt.

1) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 61.

2) Ebenda 1872, Bd. 22, S. 273.

Bei der von Matthieu (D. R. P. Nr. 14 462) in Bochum angegebenen Befestigung der Schienen auf eisernen oder stählernen Querschwellen werden diese schwalbenschwänzig eingeschnitten und ähnlich einer früher bei den Hochkantschienen erwähnten Art mit federnden Keilen *aa*, (Fig. 311 u. 312) befestigt. Fig. 313 zeigt die Schwelle im Querschnitte.

Diese Befestigungsart zeichnet sich vor allem durch ihre Einfachheit aus und empfiehlt sich auch dadurch, daß man die Schwellen vor dem Einlegen der Schienen fest und sicher verlagern kann.

Immerhin sind die ersten Anschaffungskosten der vorhin genannten eisernen Schwellen nicht unerheblich teurer, als diejenigen hölzerner, und wird deshalb auf Gruben, wo es billiges Eichenholz gibt, die Anwendung hölzerner Schwellen meistens vorgezogen.

Endlich hat der Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation die durch die Fig. 314 und 315 dargestellten Schwellen angefertigt, auf denen die Schienen mit einer Schraube und Lappen oder mit zwei Schrauben befestigt werden. Dieser hauptsächlich für Feld- und Waldbahnen bestimmte Oberbau kann ohne irgend welche Bettung direkt auf die Sohle gelegt werden.

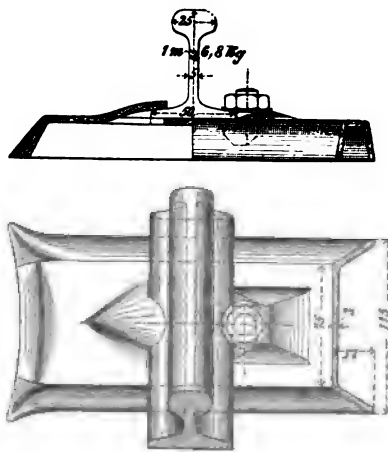


Fig. 314 u. 315.  
Eiserne Schwellen (System B) des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation.

Bei 575 mm Spurweite kostet eine Schwelle von der in Fig. 314 und 315 angegebenen Größe (System B) etwa 45  $\mathcal{M}$ , während eine größere Sorte (System A) etwa 60  $\mathcal{M}$  und eine kleinere (System C) etwa 40  $\mathcal{M}$  kostet. Die B-Schwelle würde also schon mit der Schwelle aus Eichenholz, welche in Westfalen etwa 50 bis 53  $\mathcal{M}$  kostet, konkurrieren können.

Am Harz werden kurze Schienenstücke, in welchen man schwalbenschwanzförmige, dem Fuße der Schienen entsprechende Ausschnitte angebracht hat, als Schwellen benutzt, indem man sie über den Fuß der Schienen schiebt und mit Eisenkeilen befestigt.

**21. Runde gewalzte Schienen.** — In den Dachschieferbrüchen bei Bangor in Nord-Wales<sup>1)</sup> hatte man runde gewalzte Schienen im Gebrauch, welche an beiden Enden mit Haken versehen waren und ohne weitere Befestigung in gußeiserne Stege mit je zwei runden Löchern an jedem Ende gelegt wurden. Die Schienen sind 3,80 bis 4,80 m lang, 40 mm dick

1) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 58.

und lassen sich leicht verlegen, so daß sie sich für Bahnen eignen, deren Richtung oft verändert werden muß.

**22. Befestigung der Flügelschienen auf der Sohle.** — In Mansfeld<sup>1)</sup> befestigte man die Schienen bei fester Sohle direkt auf dieser, indem man, wie bei Anwendung von Steinsockeln am Harz, Löcher in die Sohle bohrte und Hakennägel in die eingetriebenen Holzpflocke schlug. Bei etwaiger Neigung der Sohle legte man keilförmig zugeschärfte Eichenbretter unter die Schienen.

**23. Sonstige Regeln für das Legen der Schienen.** — Nach dem Vorgange der Lokomotivbahnschienen läßt man auch die Grubenschienen nicht mehr auf den Schwellen, sondern zwischen denselben wechseln, weil man die Erfahrung gemacht hat, daß im ersteren Falle die Enden der Schienen aufgebogen und die Nägel gelockert werden, nur legt man die Schwellen, deren Entfernung sonst von Mitte zu Mitte 1 m beträgt, an den Schienenwechseln etwas enger.

Auch insofern dienen die Lokomotivbahnen als Muster, als man bei hohen Grubenschienen, wie sie bei der Pferde- und maschinellen Förderung verwendet werden, die Enden mit Laschen und Schrauben verbindet, um ein seitliches Verschieben der Enden und damit Entgleisungen zu verhüten.

In Kurven muß, ebenfalls aus letzterem Grunde, die äußere Schiene etwas höher liegen als die innere.

**24. Neigung der Förderbahnen.** — Bei einer vollkommenen Förderbahn soll das Heraufbewegen der leeren und das Abwärtsbewegen der vollen Last gleichen Kraftaufwand beanspruchen. Die hierzu erforderliche Neigung hängt wesentlich von der Beschaffenheit der Bahn, von der Schmiervorrichtung und vom Verhältnisse  $d : D$  ab, wenn  $d$  der Durchmesser des Achsenzapfens,  $D$  derjenige des Rades am Laufkranze ist. Je kleiner dieser Bruch ist, um so leichter läuft der Wagen. Danach schwankt die Neigung der Förderbahn zwischen 4 und 6 auf 1000.

Allerdings verliert man, wenn die Förderbahn nicht horizontal gelegt ist, an Abbauhöhe, was jedoch nur dann wesentlich ins Gewicht fällt, wenn man eine tiefere Sohle nicht in Aussicht nehmen kann.

Bei der Berechnung der Neigung für Förderbahnen<sup>2)</sup> wird es darauf ankommen, zunächst die bestimmten Faktoren zu ermitteln, welche bei Steinkohlengruben in runden Zahlen anzunehmen sind, wie folgt:

Gewicht der Ladung	500 kg
Gewicht des Wagens	250 -
Durchmesser des Zapfens ( $d$ )	4 cm
- - Rades ( $D$ )	40 -

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865, S. 238.

2) v. Hauer, Fördermaschinen der Bergwerke. Leipzig 1884, S. 94 ff. — Ržiha, Tunnelbaukunst. Lief. 3, Kap. 11.



Für den Koeffizienten der Zapfenreibung nimmt v. Hauer die Werte 0,054 bei Patentachsen, dagegen 0,07 bis 0,14 bei periodischer Schmierung (festen Achsen und beweglichen Rädern), sowie für rollende Reibung 0,11 an.

Im allgemeinen kann man es als Erfahrungszahl betrachten, daß die gesamten Widerstände bei dem Transporte einer 1000 kg schweren Last auf Grubenschienen zwischen 12,35 und 21,76 kg oder zwischen  $\frac{1}{81}$  und  $\frac{1}{49}$  einer beliebigen Last schwanken.

**25. Neigung der Förderbahnen für selbständiges Abrollen der Wagen.** Nach dem Vorgange in Belgien gibt man auf einzelnen Gruben den Bahnen zum Abschlagepunkte sowohl, als zum Anschlagepunkte eine solche Neigung, daß die Wagen freiwillig von einem Punkte zum andern laufen, wofür in Belgien ein Verhältnis von 10 bis 15 auf 1000, auf Zeche Witwe und Barop in Westfalen an den Bremsbergen von 13, am Schachte wegen der nassen Platten nur von 9,8 auf 1000 bestand. Man erspart dadurch viel Arbeitskräfte<sup>1)</sup>.

Beim Transporte der Wagen zwischen Hängebank und Sturzbühne stellt man zu diesem Zwecke zwei schiefe Ebenen nebeneinander her, eine für die vollen, eine für die leeren Wagen (Rücklaufbahn). Sowohl am Schachte, als auch an der Sturzbühne werden die Wagen zur Ersparung maschineller Einrichtungen eine Strecke mit steilerem Ansteigen hinaufgeschoben, um die nötige Höhe zu gewinnen, und sodann abgestoßen.

Hierbei ist es jedoch notwendig, daß alle Wagen gleich gut laufen, was nur bei gutem Zustande der Achsen und guter Schmierung zu erreichen ist.

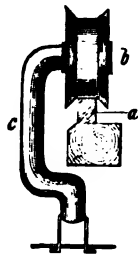


Fig. 316.  
Hängende Förderbahn.

**26. Hängende Förderbahnen.** — Bei gebräucher und unebener Sohle hat man in Rive-de-Gier und im Departement Mayenne et de la Sarthe die Schienen nicht auf die Sohle gelegt, sondern nach einer Angabe von Palmers an der Zimmerung aufgehängt. Auf der Schiene *a* (Fig. 316) läuft eine Rolle *b*, von welcher eine gekrüpfte Tragschiene *c* so nach unten geführt ist, daß die anhängende Last mit ihrem Schwerpunkt unter die Rolle kommt<sup>2)</sup>.

Auch über Tage sind derartige Schienenwege für kurze Strecken angewendet<sup>3)</sup>. Für längere Strecken bedient man sich in neuerer Zeit der Seilbahnen. Dieselben eignen sich jedoch in kleinerer Ausführung auch für den Gebrauch in der Grube; u. a. war eine Seilbahn mit Leitseil und Treibseil (s. d.) im Rammelsberge bei Goslar in Anwendung, um Füllberge von der unteren Feldortstrecke durch das Absinken in die Firste

1) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 72.

2) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 48.

3) B.-rg- u. Hüttenm. Zeitg. 1862, S. 184.

zu ziehen, bis man die Füllberge durch einen inzwischen hergestellten Nebenschacht von oben her in den Abbau stürzen konnte. Sogar für den Kohlentransport vor einem Abbaustoße bis zur Förderstrecke wurde auf der Steinkohlengrube Neu-Prick (Bergrevier Aachen) eine fliegende Seilbahn angewendet<sup>1)</sup>.

### c. Bahnwechsel.

**27. Feste Weichen.** — Um einen Förderwagen aus einem Gleise in ein anderes zu bringen, sind Wechsel oder Weichen, Wendeplätze mit Wechselplatten und Drehscheiben erforderlich. Alle diese Einrichtungen müssen derart sein, daß der Übergang der Wagen sich leicht, schnell und sicher vollzieht, und daß diese vor Beschädigung möglichst gesichert bleiben.

Solche Bahnwechsel kommen besonders in Förderstrecken mit einem Gleise, oder in solchen mit zwei Gleisen vor, wenn andere Strecken in dieselben einmünden, außerdem aber auch in Bremsbergen.

Die einfachste Form der Wechsel ist diejenige, bei welcher alle Teile fest sind (Fig. 317). Da aber hierbei die Wagen nach der Seite, in welcher sie einlaufen sollen, angedrückt werden müssen, so eignet sich diese Weiche nur für Menschenförderung, während man für Pferde- und maschinelle Förderung Weichen mit beweglichen Teilen anbringen muß. Man unterscheidet hierbei Zungenweichen und Stoßweichen.

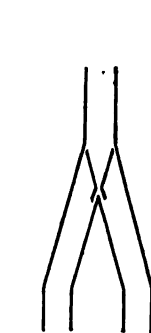


Fig. 317. Weiche mit festen Zungen.

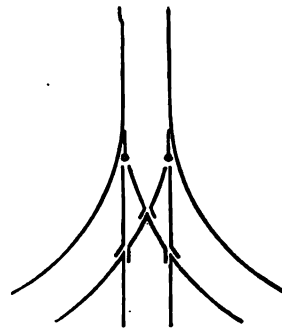


Fig. 318. Weiche mit beweglichen Zungen.

**28. Zungenweichen.** — Bei den Zungenweichen (Fig. 318) hat man Spitzen (Zungen), die sich um Bolzen drehen und mit welchen die betreffenden Gleise geöffnet oder geschlossen werden.

Dies geschieht entweder durch einfaches Verschieben mit der Hand oder dem Fuße, oder nach der Art der Lokomotivbahnen durch Zugstangen, welche an den Zungen angebracht und von einem Bocke aus durch Hebel bewegt werden (Bockweichen).

Bei Wechseln, durch welche die Förderwagen stets in derselben Richtung laufen, wie in Fig. 319, wo der gefiederte Pfeil die Richtung der

<sup>1)</sup> Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 243; 1883, Bd. 31, S. 199.

gefüllten, der andere diejenige der leeren Wagen andeuten soll, ist anstatt der Zugstange ein Gummiseil *a* angebracht<sup>1)</sup>, welches die beiden Zungen *b* und *c* immer in der gezeichneten Stellung, also z. B. für die leeren Wagen offen erhält. Durch die Spurkränze der vollen Wagen werden die Zungen zur Seite gedrängt, nach dem Passieren derselben werden sie durch das Gummiseil wieder angezogen.

Am besten werden die Kreuzungen der Schienen nicht aus Stücken derselben, sondern durch

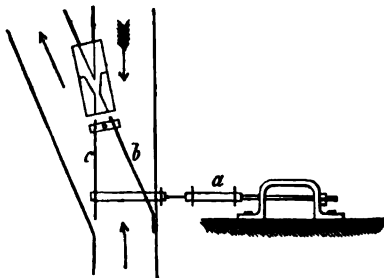


Fig. 319.  
Selbsttätige Weiche mit Gummiseil.

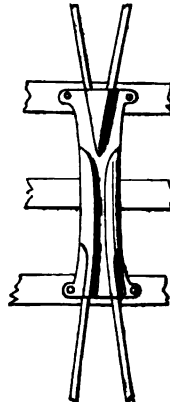


Fig. 320.  
Herzstück.



Fig. 321. Zwei  
Gleise zu einer Weiche  
zusammengezogen.

sogenannte Herzstücke (Fig. 320) hergestellt, d. i. durch Platten aus Hartguß mit Rippen, vor welche die Schienen als deren Fortsetzung vorgestoßen werden.

Fig. 321 zeigt eine Weiche, bei welcher die Wagen ihre Gleise nicht verlassen, man wendet dieselbe an, um bei Pferdeförderung enge Stellen, z. B. Dammtüren zu passieren.

Fig. 322 und 323 sind Weichen für Bremsberge mit Förderstrecken, welche in engen Dimensionen gehalten werden, auf der Mitte aber eine Gelegenheit zum Ausweichen der vollen und leeren Wagen bieten müssen. Bei Anwendung von drei Schienen, wie in Fig. 323, geht das Ausweichen von selbst, hat man jedoch nur zwei Schienen, so muß man entweder selbsttätige Weichen nach der Art der Gummiveichen einlegen oder, wie es auf den Kohlenwerken der österr. Staatsbahngesellschaft geschieht, den Bremsgestellen auf der Seite der äußeren, durchgehenden Schienen Räder mit doppeltem Spurkranze geben. Vergl. 57.

Sehr geeignet für Bremsberge und einfallende Strecken ist auch das Gleis Fig. 324, welches unter der Ausweichestelle aus drei, über der-

1) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 71. — Selbsttätige Weiche für Grubenbahnen s. Österr. Zeitschr. 1902, S. 347.

selben aus zwei Schienen besteht. Die bewegliche Zunge  $z$  stand in der punktierten Stellung, als der Zug  $v$  einlief, während sie der Zug  $l$  selbsttätig zur Seite geschoben hat. In dieser Stellung wird die Zunge verbleiben, bis der nächste abwärts laufende Zug passiert ist, während sie der aufwärts kommende wiederum in die punktierte Lage bringt.



Fig. 322.  
Förderbahnen mit Ausweichstellen.



Fig. 323.  
Förderbahnen mit Ausweichstellen.



Fig. 324.  
Förderbahn mit 2 und 3 Schienen.

**29. Stoßweichen.** — Unter Stoßweichen versteht man solche Weichen, bei denen nicht eine Zunge, sondern ein volles Stück Gestänge um einen Bolzen drehbar ist. Dieselben sind u. a. auf Zeche Ver. Hamburg bei Annen (Westfalen) neben den Gummiweichen angewendet, weil sie einfach, zuverlässig und wenig reparaturbedürftig sind, sich auch einer vielfachen Schienenkreuzung am besten anpassen lassen.

**30. Drehscheiben.** — Bei der Grubenförderung wendet man Drehscheiben kaum an, weil sie teuer und reparaturbedürftig, außerdem aber auch unnötig sind, sobald man die Förderwagen nicht größer nimmt, als daß ein Mann sie bequem bewegen, folglich auch auf einer festen Wechselplatte drehen kann.

Bei größeren Lasten, wie sie u. a. beim Transporte der Berge über Tage<sup>1)</sup> vorkommen, treten Drehscheiben ebenso in ihre Rechte, wie bei Lokomotivbahnen.

**31. Wendeplätze.** — An Stellen, wo mehrere Gleise sich kreuzen, wie an den Mündungen der Grundstrecken in einem Querschlage, oder dort, wo man die Möglichkeit haben muß, in mehrere Gleise einfahren zu können, wie auf Hängebänken, Füllörtern u. s. w., werden bei gewöhnlichen Förderungen keine Drehscheiben, sondern Wendeplätze mit Wechselplatten oder Vertische bzw. Einlaufplatten angewendet.

1) Hölzerne Drehscheibe in Saarbrücken: Preuß. Zeitschr. 1870, Bd, 18, S. 45.

Die Wechselplatten (Fig. 325 und 326) bestehen am besten aus Gußeisen, weil Schmiedeeisen sich mit der Zeit wirft, zu glatt wird und teuer ist. Die Seitenlänge einer Wechselplatte ist immer etwa 20 cm größer als die Spurweite, ihre Stärke 16 bis 20 mm, wenn man sie (etwa wie

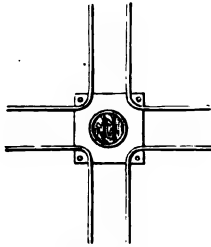


Fig. 325.

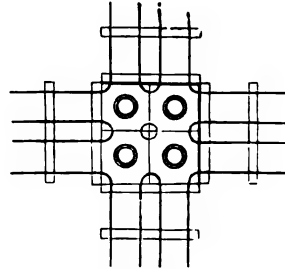


Fig. 326.

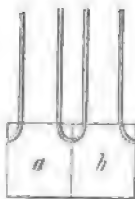
Wendeplättze.

ein Bild) einrahmt, nachdem in den Rahmen ein Holzboden gelegt ist. Da die Platten somit überall aufliegen, so springen sie trotz ihrer geringen Stärke nicht leicht. Dasselbe ist zu erreichen, wenn die Platten in eine 26 cm dicke Lage von hydraulischem Mörtel gebettet werden<sup>1)</sup>. Geschieht beides nicht, so müssen die Platten bis 25 mm stark sein.

Die Wechselplatten haben aufgegossene Rippen, eine ringförmige, in der Mitte zur Führung der Spurkränze, sowie eine von der Größe eines Viertelkreises an jeder Ecke zum Anschlusse der Gleise.

Um an Gewicht zu sparen, bleibt der Raum innerhalb der ringförmigen Rippe leer.

Die Einlaufplatten *a* und *b* (Fig. 327), wie sie besonders auf Füllörtern notwendig sind, haben nur je zwei Rippen, welche das Einlaufen in die Gleise erleichtern sollen.

Fig. 327.  
Einlaufplatten.

Sobald größere Flächen mit Platten zu bedecken sind, wie vor der Hängebank eines Förderschachtes u. s. w., haben dieselben zwar keine Rippen, dafür aber auf der Oberfläche enge, den Kanten parallele Furchen. Platten von Eisenblech sind auch für diesen Zweck aus oben angeführten Gründen nicht zu empfehlen.

1) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 72.

## 3. Kapitel.

## Förderkräfte und Leistungen.

32. **Förderung mit Menschen.** — Bei der Streckenförderung mit Menschen (Schlepper, Förderleute) kommt für eine möglichst hohe Leistung nicht allein der gute Zustand der Förderwagen und der Förderbahn, sondern auch die Art und Weise in Betracht, wie man die Kräfte der Arbeiter ausnutzt. Ausgehend von dem allgemeinen Grundsatz, daß zur Erzielung der besten Leistung die menschliche und tierische Arbeitskraft nicht bis zur Erschöpfung in Anspruch genommen werden darf und eine größere Anstrengung stets mit einer geringeren wechseln muß, sind größere Förderlängen in Wechsel einzuteilen. So soll auf Gräfin Lauragrube in Oberschlesien durch eine rationelle Verteilung der Wechsel, welche man für die Füller auf 77 m, für die Wagenstößer auf 165 m und für die Pferde auf 455 m feststellte, eine Vermehrung der Leistung um 80 bis 100% erzielt sein<sup>1)</sup>.

Am höchsten stellte sich die Förderleistung im Fuchsstollen bei Waldenburg in Niederschlesien, nämlich im Jahre 1871 in einer Schlepperschicht bei 2100 m Förderlänge auf durchschnittlich 23457 kg auf 1 km, was den Ergebnissen der Pferdeförderung gleichkommt. Die Kosten betrugen für 1 tkm = 7,6  $\mathcal{R}$ <sup>2)</sup>, wobei allerdings der niedrige Stand der Löhne zu berücksichtigen ist.

Im allgemeinen betragen im niederschlesischen Kohlenreviere bei Längen von 1400 bis 1900 m für 1 tkm die Kosten 8,3 bis 11  $\mathcal{R}$ , die Leistung in der Stunde 24,3 bis 35,5 tkm, Verdienst für die Schicht 2,44 bis 2,90  $\mathcal{M}$ <sup>3)</sup>.

Auf dem fiskalischen Steinkohlenbergwerke am Deister<sup>4)</sup> ist es im Klosterstollen und in den anschließenden Grundstrecken trotz Anwendung großer Wagen von 1250 kg Ladegewicht durch sorgfältiges Legen der Schienenbahnen gelungen, die Förderleistung so zu steigern, daß ein Mann in den Grundstrecken 2, im Stollen 3 solcher Wagen, also eine Nutzlast von 2,5 resp. 3,75 t mit der gewöhnlichen Fördergeschwindigkeit bewegen konnte. Später führte man Pferdeförderung ein und hatte ein Pferd 15 bis 20 solcher großen Wagen zu ziehen, also eine Nutzlast von 18,75 bezw. 25,0 t zu bewegen. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß

---

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 270.

2) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 57.

3) Österr. Zeitschr. 1895, S. 48.

4) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 105.

bei Anwendung solch großer Wagen ein Umfüllen aus den kleineren, bis in die Abbaue gehenden Förderwagen stattfinden muß.

Für das Füllen eines 500 kg haltenden Wagens kann man 15 Minuten rechnen.

**33. Pferdeförderung<sup>1)</sup>.** — Abgesehen von Eseln und Maultieren kommen bei der Streckenförderung mit Tieren ausschließlich Pferde in Anwendung.

Gewöhnlich koppelt man 8 bis 10, bei sehr gutem Zustande der Wagen und Bahnen aber bis 20 Förderwagen zu einem Zuge zusammen.

Die Förderlänge, bei welcher Pferdeförderung die Menschenförderung mit Vorteil ersetzen kann, richtet sich nach den bei der Förderung zu überwindenden Widerständen, nach dem Preise der Pferde und nach dem Vorhandensein von menschlichen Arbeitskräften. Auf fehlerfreien Bahnen und mit der besten Wagenkonstruktion ist die Differenz zwischen den Nutzleistungen noch bei großen Längen unbedeutend, wie das in 32. erwähnte Beispiel vom Fuchsstollen zeigt.

Andererseits kann man kleine und billige Pferde schon bei weit kürzeren Förderlängen mit Vorteil verwenden, als teuere, denn das bei letzteren nötige, größere Anlagekapital kann nur durch vergrößerte Leistung, also bei möglichster Verringerung der Aufenthalte, nutzbringend werden.

Bei ansteigenden Strecken erweist sich die Menschenkraft schon bei geringen Längen als unzureichend.

Die Streckensohle muß bei der Pferdeförderung fest, darf aber nicht glatt oder so eingerichtet sein, daß sich die Pferde an den Hufen verletzen können. Glatter Bohlenbelag mit aufgenagelten Leisten ist deshalb unzumutbar. Besser sind gestampfte (chaussierte) Bahnen, noch besser gepflasterte. Ziegelsteine sind dabei auf die hohe Kante zu stellen. Das geeignetste Pflaster ist unstreitig dasjenige mit Holzklötzen, welche auf das Hirnholz gestellt werden.

Ein solches Pflaster aus alten, fast unbrauchbaren Eichenklötzen kostete auf Zeche Mansfeld bei Langendreer für das laufende Meter 1,50  $\text{M}$  Arbeitslohn<sup>2)</sup>.

Die Pferde haben ihre Stallungen entweder über oder unter Tage. Im ersteren Falle müssen die Pferde täglich ein- oder ausgefördert werden, was in der Regel mit dem Förderkorbe geschieht. Sind die Schächte zu eng, so werden die Pferde in Schlingen eingehängt. In Saarbrücken läßt man die Pferde durch besondere einfallende Strecken ein- oder ausfahren.

**34. Pferdeställe unter Tage** müssen so eingerichtet werden, daß sie den Pferden einen gesunden und ungefährlichen Aufenthalt bieten. Zu

1) Pferdeförderung in England: Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 59. — Ebenda S. 399, 420.

2) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 239.

dem Zwecke hat man größere Pferdeställe mit gutem Wasser sowie mit einem den einziehenden Wettern entnommenen Teilstrom zu versehen, welcher aber andere Arbeitspunkte nicht mehr bestreichen darf, sondern auf direktem Wege nach dem ausziehenden Schachte geführt werden muß.

Wenn es ferner bedenklich ist, die Futterkammer in den einziehenden Strom zu legen, weil die Tiere bei ausbrechendem Feuer ersticken müssen, so darf man sie auch wieder nicht direkt in den ausziehenden Strom legen, denn wenn man für mehrere Feiertage einen größeren Vorrat von Heu in die Futterkammer bringen muß, so wird dasselbe, wenn es mit den feuchten Dünsten den Geruch des Pferdestalles angenommen hat, als Futter unbrauchbar.

Eine ganz bedeutende Rücksicht ist auf bequeme und gründliche Reinigung des Stalles, besonders von den flüssigen Exkrementen zu nehmen. Musterhaft waren in dieser Beziehung die Pferdeställe in den Braunkohlengruben des Grafen von Westfalen bei Wiklitz in Böhmen angelegt. Auf einer mit Ziegelsteinen gepflasterten Sohle lag ein Belag von Stallbohlen, welcher für jeden Stand in einen Rahmen für sich eingeschlossen war. Unter den Krippen floß Wasser in einem Gerinne und konnte dicht unterhalb des Pferdestalles durch eine Schütze derart aufgestaut werden, daß es die Sohle des Stalles überdeckte, wobei die Stallbohlen gehoben wurden. Nach einiger Zeit öffnete man die Schütze wieder und ließ das Wasser ab. Selbstverständlich war vorher der feste Dünger zu entfernen.

Als vorzügliches Mittel zum Aufsaugen der flüssigen Exkremente hat sich auch Torfstreu erwiesen.

Pferdeställe unter Tage haben den Nachteil, daß die Wartung und Pflege der Tiere leicht vernachlässigt wird und daß bei Ausbruch ansteckender Krankheiten der Ansteckungstoff schwerer vertilgt werden kann, als in Pferdeställen über Tage. Bei Anwendung der letzteren wird das Aus- und Einfahren der Pferde um so zeitraubender und umständlicher, je tiefer die Gruben sind, auch erkälten sich die Pferde leicht, wenn sie im Winter vom Schachte nach dem Stalle gehen müssen, nachdem sie während des Tages in der warmen Grubenluft gearbeitet haben.

**35. Leistung und Kosten der Pferde- und Schlepperförderung.** — Was die Kosten der Pferdeförderung betrifft, so betragen dieselben für 5000 kg auf 100 m ( $\frac{1}{2}$  tkm) Länge in Ammeberg (Schweden)<sup>1)</sup> 8  $\mathcal{R}$ , auf Zeche Prinz-Regent in Westfalen 9  $\mathcal{R}$ , in ungünstigeren Fällen 13  $\mathcal{R}$  (gegen 30  $\mathcal{R}$  bei Schlepperförderung).

Im allgemeinen betragen die Kosten 18 bis 20  $\mathcal{R}$  für 1 tkm.

Folgende Tabelle enthält eine Vergleichung der Nutzeffekte von Schlepfern und Pferden bei verschiedenen Förderlängen<sup>2)</sup>.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 242.

2) Burat, Cours d'expl. 1876, S. 376.



Förderlänge in Metern	Pferdeförderung	Schlepperförderung	Ersparung pro Pferd u. Monat fr.
	Nutzeffekt pro Stunde in kg Transport auf 1000 m		
100	7228	1132	77,95
150	9808	1856	160,90
200	11676	1858	211,30
250	13900	1858	278,18
300	15846	1858	341,93
350	17514	1858	386,07
400	18904	1858	428,05
450	20017	1858	461,83
500	20850	1858	487,34
600	23352	2122	474,85
700	25298	2122	525,77
800	26688	2122	562,42
900	27522	2122	584,00
1000	30580	2122	664,37
1200	36696	2122	825,14

36. **Allgemeines über maschinelle Streckenförderung.** — Die maschinelle Streckenförderung<sup>1)</sup> geschieht außer mit verschiedenen Lokomotiven (siehe 47 ff.), mit Seilen und Ketten auf horizontalen und schwach geneigten Bahnen, ist zuerst in England angewendet und von da in Deutschland eingeführt, wo 1858 die erste Seilförderung zum Transport über Tage auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken, 1862 eine solche unter Tage auf den Gruben v. d. Heydt bei Saarbrücken und Glücksburrig bei Ibbenbüren angelegt wurde. Seitdem hat sie immer weitere Verbreitung gefunden.

Zur Bestimmung der Widerstände bei Streckenförderung hat man Meßwagen eingeführt. Dieselben beruhen auf dem Prinzip, die Zugkraft auf einen Schwimmer wirken zu lassen und ihre Größe in den einzelnen Gestängeabschnitten graphisch darzustellen. Der Zweck eines solchen Wagens besteht darin: 1) Die Stellen des Gestänges anzugeben, an welchen durch zu starkes Steigen, schlechte Beschaffenheit und mangel-

1) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 40; 1868, Bd. 6, S. 79; 1863, Bd. 11, S. 1; 1864, Bd. 12, S. 231; 1865, Bd. 13, S. 213; 1869, Bd. 17, S. 74 ff.; 1881, Bd. 29, S. 299; 1885, Bd. 33, S. 38. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 289 (Ržiha über Betriebskosten); ebenda 1861, S. 421; 1859, S. 263; 1864, S. 299. — Devillez, L'emploi des machines dans l'intérieur des mines. Liège 1863. — X. Martin, Mechan. Förderung der Grube Magny. Compt. rend. de la soc. de l'ind. min. 1888, S. 58. — Zeitschr. des oberöschl. B.- u. H.-V. Bd. 28, S. 391. — Glückauf 1861, S. 369. — Dannenberg, Über Förderung auf annähernd horizontaler oder auf geneigter Bahn abwärts in Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 61. — Eugen Braun, Die Seilförderung auf sölhiger und geneigter Schienenbahn. Freiberg i. S. 1898.

hafte Verbindung der Schienen, zu enge Spurweite und starke Kurven eine unnötige Kraftleistung verlangt wird. 2) Die Förderfähigkeit der Schlepper und Pferde von vornherein in den einzelnen Strecken zu bestimmen. 3) Die verschiedenen Radsätze und Achsenlager bezüglich ihrer Reibung zu vergleichen und festzustellen, ob die Lager gut geschmiert sind. Der in Anzin (Frankreich) in Gebrauch stehende Apparat befindet sich in einem gewöhnlichen Förderwagen. Er besteht aus zwei Teilen: der Vorrichtung zum Kraftmessen und derjenigen zum Indizieren. Der Meßapparat besteht aus einem Zylinder, welcher bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllt ist und in welchen ein Schwimmer eintaucht. Letzterer ist durch eine Stange mit dem kurzen Arme eines Hebels verbunden. Durch die Hebelarme wirkt die angreifende Kraft auf- und niederbewegend auf Hebel und Schwimmer. An dem Ende des längeren Armes befindet sich ein mit Spiralfeder versehener Schreibstift, welcher die Bewegung des Hebels auf einem über dem Zylinder sich aufrollenden Papierstreifen einzeichnet. Die graphische Darstellung ergibt mit Hilfe des Koordinatensystems die Örtlichkeit und Intensität der vorhandenen Widerstände<sup>1)</sup>.

Als Motoren<sup>2)</sup> dienen stationäre Dampfmaschinen unter oder über Tage. Im letzteren Falle gehen die Seile vom Korbe in den Schacht hinab und unter Seilscheiben hinweg in die Strecke hinein. Außerdem lassen sich Luft- und Wassersäulenmaschinen<sup>3)</sup> sowie elektrische Göpel<sup>4)</sup> verwenden, welche alle drei den Vorteil haben, daß man sie überall aufstellen kann, ohne vom Dampfe belästigt zu werden.

Die erste Bedingung für die Anwendbarkeit der maschinellen Streckenförderung ist eine möglichst gerade Strecke, besonders bei großer Fördergeschwindigkeit, weil man sonst zu leicht der Gefahr von Entgleisungen ausgesetzt ist.

Nach Stein<sup>5)</sup> kann man mit Sicherheit annehmen, daß bei sonst günstigen Verhältnissen eine maschinelle Streckenförderung überall dort am Platze ist, wo für den Transport 6 bis 7 Pferde erforderlich sind. Mehrere ausgeführte Anlagen arbeiten schon bei 500 bis 600 m Länge sehr vorteilhaft.

Das Verkoppeln der Wagen zu Zügen geschieht hier (wie bei der Pferdeförderung) durch Koppelketten (Fig. 328), welche in die Zugstangen

---

1) Glückauf, B.- und H. Wochenschrift. Essen 1897, Nr. 42.

2) Engineering Bd. 46, S. 506.

3) Über Wassersäulenmaschinen mit veränderlicher Füllung, speziell für Förderzwecke (Vortrag von Ph. Mayer in Wien), s. Glückauf. Essen 1888, S. 587.

4) Braetsch, Kettenförderung mit elektr. Kraftübertragung auf der Grube Cons. Paulus u. Hohenzollern bei Beuthen. Glückauf 1890, S. 129. — Doeltz in Glückauf. Essen 1895, S. 1169.

5) Stein, Die verschiedenen Methoden der maschinellen Streckenförderungen. Gelsenkirchen 1898, S. 10.

eingehängt werden. Kleine Bügel  $b$  verhindern das Aushaken während der Fahrt.

Man unterscheidet fünf Methoden:

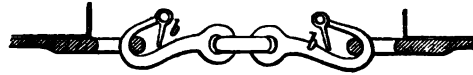


Fig. 328. Koppelkette.

- 1) die Newcastler Methode mit Vorder- und Hinterseil,
- 2) mit Seil und Gegenseil,
- 3) mit Seil ohne Ende,
- 4) mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseil,
- 5) mit schwebender Kette, bzw. mit schwebendem Seile.

Die unter 5) genannte Streckenförderung wird gegenwärtig vorwiegend angewendet.

**37. Förderung mit Vorder- und Hinterseil.** — Bei der Förderung mit Vorder- und Hinterseil geht von dem Treibkorbe  $t$  der Maschine (Fig. 329)<sup>1)</sup>

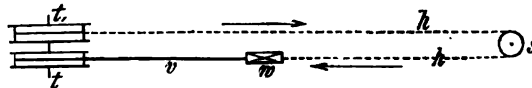


Fig. 329. Förderung mit Vorder- und Hinterseil.

das Vorderseil  $v$  zum Wagenzuge  $w$ . An diesen schließt sich das Hinterseil  $h$  an, welches über eine am Ende der Bahn befindliche Scheibe  $s$  hinweg zum Treibkorbe  $t$ , zurückkehrt. Das Vorderseil liegt in der Mitte eines Gleises und wird in passenden Abständen auf Rollen geführt. Das Hinterseil liegt neben der Bahn und zwar gewöhnlich an der Wange, oder unter der Firste, auch wohl in einer besonderen Strecke, und wird ebenfalls auf Rollen geführt.

Beide Körbe sind beweglich. Ist der beladene Zug bei  $s$  fertig aufgestellt, so wird der Korb  $t$ , eingekoppelt und nun mit dem Vorderseile der volle Zug herangeholt, während gleichzeitig das Hinterseil nachgezogen, beziehungsweise von dem losen Korbe  $t$ , abgewickelt wird.

Bei Ankunft des beladenen Zuges werden die Seile  $v$  und  $h$  von demselben gelöst und an den leeren Zug gehängt, welcher auf einem, mit dem Hauptgleise durch eine Weiche verbundenen Nebengleise fertig zusammengekoppelt stehen muß. Sodann wird der Korb  $t$ , eingekoppelt, worauf das Hinterseil  $h$  den leeren Wagenzug auf demselben Gleise zurückbringt und dabei das Vorderseil vom losen Korbe  $t$  abwickelt.

1) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 83; 1862, Bd. 10, S. 62, 292; 1879, Bd. 27, S. 260.

Bei Ankunft des leeren Zuges hängt man die Seile wiederum an den unmittelbar daneben stehenden vollen Zug u. s. w.

Das Hinterseil kann entsprechend seiner geringeren Belastung schwächer sein, als das Vorderseil, muß aber die doppelte Länge desselben, oder der Förderbahn haben.

An den Seilenden befinden sich zum Einhängen in den vorderen und hinteren Wagen ebensolche Haken, wie an den Koppelketten (Fig. 328).

Das Signalisieren geschieht häufig durch Anschlagen an eine stählerne Stange, welche die ganze Strecke entlang läuft und in dem Maschinenraume endigt, so daß an jeder beliebigen Stelle Signale gegeben werden können.

Außerdem hat man elektrische Kabel, durch deren Anziehen an beliebiger Stelle der bei der Maschine befindliche Läuteapparat in Bewegung gesetzt wird<sup>1)</sup>.

Förderung mit Vorder- und Hinterseil ist u. a. im Betriebe in Ibbenbüren<sup>2)</sup>, auf Paulusgrube in Oberschlesien<sup>3)</sup> und in Luisenthal bei Saarbrücken. An letzterem Punkte beträgt die Förderlänge 2930 m, die Seilgeschwindigkeit 3 m und die Wagenzahl 130 bis 150.

### 38. Förderung aus Nebenstrecken<sup>4)</sup>.

— Es sei *A* (Fig. 330) die Hauptstrecke, *D* die Nebenstrecke und *B* die Maschine. In dem Hinterseile *s* befindet sich bei *o*, also an einem Punkte, welcher gerade in der Nebenstrecke angekommen sein muß, wenn das Vorderseil *v* aufgewickelt und der volle Zug von *A* bis *B* gelangt ist, eine leicht lösbare Verbindung<sup>5)</sup>.

In der Nebenstrecke liegt ferner ein Seil *acb*, dessen Ende *bc* in der Mitte der Bahn geführt ist, während *ac*, wie das Hinterseil, auf Rollen unter der Firste u. s. w. liegt. Soll nun von *D* nach *B* gefördert werden, so hängt man bei *B* die Seile an den leeren Zug. Gleichzeitig löst man

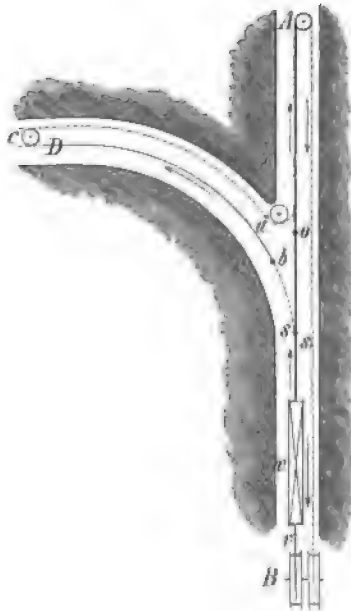


Fig. 330. Förderung aus Nebenstrecken.

1) Preuß. Zeitschr. 1863, Bd. 11, S. 1; 1865, Bd. 13, S. 220; 1891, Bd. 3, S. 80.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1864, S. 239.

3) Berggeist 1871, S. 5. — Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 374.

4) v. Hauer a. a. O. S. 129, 584, 627, 753.

5) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 63.

die Verbindung bei  $o$  und verbindet die beiden Seilenden mit  $a$  und  $b$ , so daß nunmehr der leere Zug nach  $D$  und demnächst der volle von  $D$  nach  $B$  gelangt, worauf der frühere Zustand wieder hergestellt wird.

Die in den Nebestrecken liegenden Hinterseile ergänzen das letztere für alle Förderlängen. Damit aber auch das Vorderseil für alle Fälle genügt, muß es der größten Förderlänge gleich sein.

Die Veränderung der Richtung läßt sich durch Wehrrollen<sup>1)</sup> erreichen.

**39. Förderung mit Seil und Gegenseil.** — Diese Förderung unterscheidet sich von der in 38. beschriebenen dadurch, daß die Körbe für das Seil (Vorderseil) und das Gegenseil (Hinterseil) voneinander entfernt



Fig. 331. Förderung mit Seil und Gegenseil.

liegen und deshalb von besonderen Maschinen getrieben werden müssen (Fig. 331).

Diese brauchen nicht gerade an den Endpunkten der Bahn zu stehen, sondern können an beliebigen Punkten derselben angebracht sein, nur muß man dann die Seile über Scheiben führen, welche sich an den Endpunkten der Bahn befinden.

Es bietet diese Methode den Vorteil, daß man nur eine, der doppelten Förderlänge entsprechende, Seillänge braucht — bei Vorder- und Hinterseil war die genannte erforderliche Seillänge dreimal so groß als die Förderlänge —, auch kann man, da die Seile vollkommen unabhängig voneinander sind, beliebig viele Wagen anhängen, während bei Vorder- und Hinterseil die Länge der Wagenzüge stets dieselbe sein muß. Dagegen sind zwei Maschinen erforderlich, von denen man die eine in der Regel unter Tage aufstellen muß, was nur dann angeht, wenn für den Dampf ein geeigneter Abzug vorhanden ist, oder wenn man eine mit Luft, Elektrizität oder Wasser betriebene Maschine anwenden kann.

Eine solche Förderung ist im von der Heydt-Stollen bei Saarbrücken<sup>2)</sup> auf eine Länge von 1760 m im Betriebe. Die Maschinen, von denen eine vor dem Stollenmundloche, die andere am Ende des Stollens steht, haben bei 12 Pferdekraften liegende Zylinder von  $39\frac{1}{2}$  cm Durchmesser,  $47\frac{1}{2}$  cm Kolbenhub und einen Seilkorb von 252 cm Durchmesser; sie machen 50 bis 60 Doppelhübe pro Minute.

An der Maschine vor dem Stollen hat man an Stelle der Radvorgelege eine Kraftübertragung durch Riemen angebracht, weil dabei weniger Stöße und bei Bewegungshindernissen der Züge keine Brüche vorkommen.

1) v. Hauer a. a. O. S. 565.

2) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 86; 1862, Bd. 10, S. 292; 1882, Bd. 30, S. 229.

Die Fördergeschwindigkeit beträgt 3,35 m. Auf eine Länge von rund 1800 m können deshalb in 50 Minuten 25000 kg Kohle gefördert werden. Jeder Zug enthält 90 Wagen.

Die Förderkosten für 1 Zentner-Meile betragen durchschnittlich 5,483  $\mathcal{R}$ , sind also um 34 bis 43 % geringer, als bei Pferdeförderung<sup>1)</sup>.

Auch bei der Förderung mit Seil und Gegenseil kann man aus Nebestrecken fördern (38).

**40. Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende** [unterlaufend (Fig. 332)]. Während man bei beiden vorher beschriebenen Methoden die vollen und leeren Züge auf demselben Gleise befördert, kann die Förderung mit Seil

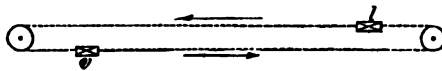


Fig. 332. Seil (Kette) ohne Ende.

oder Kette ohne Ende entweder auf einem oder auf zwei Gleisen stattfinden. Bei einem Gleise muß in der Bewegung der Maschine bei Ankunft der Züge auf den Endstationen ein Stillstand und sodann ein Umkehren der Bewegung eintreten, während die Maschine bei Anwendung doppelter Gleise stets in derselben Richtung arbeitet, jedoch entweder ohne Unterbrechung, oder mit Pausen bei Ankunft der Züge auf den Endstationen. Im letzteren Falle braucht man nicht auf die ganze Länge ein Doppelgleis, es genügt vielmehr, auf der Mitte der Bahn, wo die Züge sich begegnen, eine Ausweichestelle, im übrigen kann die Bahn einfach sein, oder, wenn man die Weichen vermeiden will, was immer zu empfehlen ist, aus drei Schienen bestehen (Fig. 323). Ist dagegen die Bewegungsrichtung des Seiles immer dieselbe, so sind zwei Bahnen notwendig, eine für die vollen, eine für die leeren Wagen.

Das An- und Abhängen von Zügen geschieht bei nicht unterbrochener Seilbewegung während des Ganges und zwar am einfachsten mit einer Zange (Fig. 333 u. 334), welche von einem Zugführer gehandhabt wird. Derselbe sitzt auf einem Brette, welches mit zwei eisernen Haken an den vordersten Wagen gehängt wird. Die Zange ist mittels einer Kette am Wagen befestigt. Sobald der Zugführer das Seil gefaßt hat und der Zug sich in Bewegung setzt, schiebt er einen Ring hoch und



Fig. 333.

Zange zum Greifen des Seiles ohne Ende.

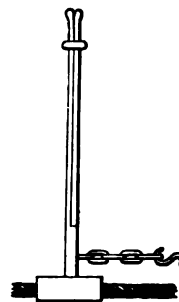


Fig. 334.

1) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 299; Bd. 12, S. 165.

arretiert somit die Zange. Auf Hohenzollerngrube bei Beuthen wird dieses Seil durch eine Handkurbel und Schraubenspindel zwischen zwei am Kuppelungswagen angebrachten gußeisernen Backen festgeklemmt, eine Einrichtung, welche der Zange vorzuziehen ist.

Beim Durchlaufen starker Krümmungen<sup>1)</sup> verläßt das Seil das Bahnmittel und der Zugführer muß die Zange rechtzeitig öffnen. Hat der Zug durch seine lebendige Kraft die Krümmung durchlaufen, so faßt der Zugführer das Seil von neuem und läßt es schließlich am Ende der Bahn wieder los.

Reicht die lebendige Kraft nicht aus, so wird der Zug vor der Krümmung eine schiefe Ebene hinaufgeführt und erst beim Abwärtsgehen losgelassen.

Mitunter hat man, wie auf der Peltongrube bei Newcastle, für denselben Zweck besondere Zugführerwagen. An ihnen ist die Zange befestigt, welche von dem auf dem Wagen stehenden Zugführer gehandhabt wird<sup>2)</sup>.

Bei unterbrochener Seilbewegung wird das An- und Abhängen in den Pausen besorgt. Auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken dient dazu ein Spitzstrang, d. h. ein Hanfzopf, welcher durch den Ring der Zugstange und um das Seil geschlungen wird<sup>3)</sup>.

In England wendete man anstatt des Seiles mehrfach Ketten ohne Ende an, so ebenfalls auf Peltongrube<sup>4)</sup>. Zum Anhängen der Wagen dienten kurze Ketten mit Haken, welche einerseits an dem Wagen, andererseits an einem Gliede der Kette ohne Ende eingehängt wurden.

Seitdem durch Anwendung eines sehr festen und dabei doch sehr zähen Materials große Fortschritte in der Seilfabrikation gemacht sind, wird in England das unterlaufende Seil ohne Ende wiederum vielfach bevorzugt<sup>5)</sup>. Zur Bewältigung einer Förderung von etwa 800 t in elfstündiger Schicht und 3000 m Entfernung benutzt man in England Seile von 18 mm Durchmesser. Ein solches Seil hat 21600 kg Bruchfestigkeit und wiegt auf das laufende Meter 1,19 kg, also  $7\frac{1}{2}$  mal weniger, als eine Kette von gleicher Bruchfestigkeit (9,8 kg bei 20,5 mm Gliederstärke).

Die Einrichtung einer ununterbrochenen Förderung mit Seil ohne Ende erhellt aus dem Beispiele von Peltongrube<sup>6)</sup>.

1) Biver in Bull. de l'ind. min. (III), S. 365.

2) Bull. de la soc. de l'ind. min. 1858/59, Vol. 4, S. 206. — Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 92.

3) Preuß. Zeitschr. 1865, Bd. 13, S. 226.

4) Ebenda 1861, Bd. 9, S. 99.

5) Österr. Zeitschr. 1889, S. 230; 1891, S. 261, 256. — Backnall Smith, Seilförderung unter Tage. Engineering, Bd. 45, S. 145, 382. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 33 (1889), S. 824. — Randebrock in Glückauf. Essen 1891, Nr. 47.

6) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 92. — Bull. de la soc. de l'ind. min. Vol. 4, S. 206.

Die Maschine *a* (Fig. 335) hat zwei Trommeln *c* und *d*, von denen *c* direkt von der Maschine getrieben wird; *b* ist ein Schwungrad. Das Seil, welches mehrmals um die Trommel geschlungen ist, geht um die Scheiben *e*, *i*, *h*, *g*, *f* und von der letzteren um eine Scheibe *K* nach der Trommel *c* zurück.

Die Scheibe *K* befindet sich auf einem Wagen, welcher auf einer Schienenbahn ruht und durch ein in den blinden Schacht gehendes Gegengewicht *l* gehalten wird.

Durch diese Spannvorrichtung wird das Seil stets straff gehalten, weil es sonst, wenn es sich gedehnt hat, zu lose auf den Trommeln *c* und *d* liegen und von diesen nicht mitgenommen werden würde. Die Förderbahn *m* dient für die vollen, *n* für die leeren Wagen.

Am An- und Abschlage liegen Seil und Seilscheiben, mit Ausnahme von *f*, unterhalb der Bahn, damit die Wagen frei auf den Gleisen verkehren können. Am Ende der Rangiergleise kommen die Seile unter der Bahn hervor.

Bei aufwärts gehenden Bahnen fördert man nicht in Zügen, sondern hängt die Wagen einzeln an und zwar mit einfachen Haken und Ösen, welche alle 12 oder 15 m am Seil angebunden sind <sup>1)</sup>.

Die Fördergeschwindigkeit ist bei der Methode mit Seil ohne Ende geringer und geht bis 0,50 bis 0,60 m in der Sekunde herab, was die Handhabung der Zange, wie überhaupt das An- und Abhängen wesentlich erleichtert.

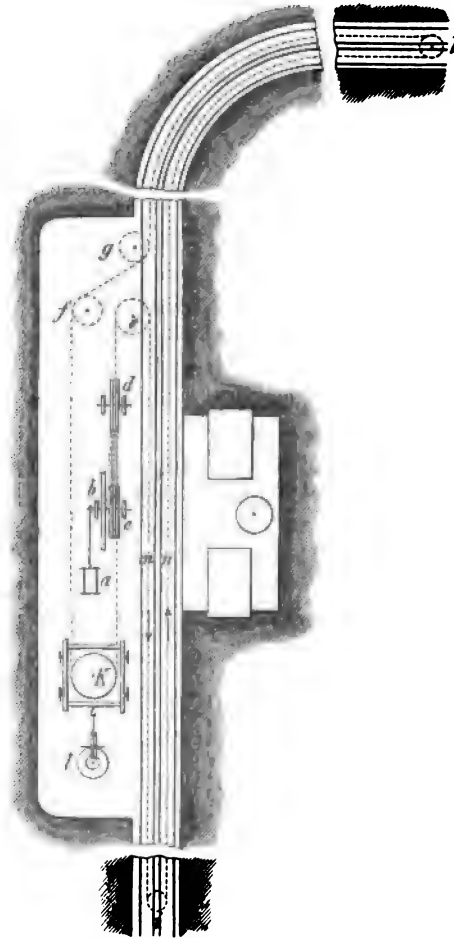


Fig. 335. Einrichtung einer kontinuierlichen Förderung mit Seil ohne Ende.

1) Burat, Cours d'expl. S. 372.



41. **Förderung mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseile (Verbindungsseile).** — Diese doppeltwirkende zweigleisige Förderung ist zu Gartsherrie bei Glasgow eingerichtet<sup>1)</sup>. Von den Körben  $t$  und  $t'$  (Fig. 336)

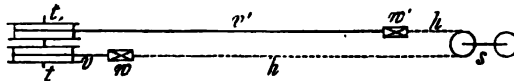


Fig. 336. Förderung mit 2 Vorderseilen und 1 Hinterseil.

laufen die Vorderseile  $v$  und  $v'$  ab, während die Verbindung mit dem Wagen  $w$  und  $w'$  durch das Hinterseil  $h$  geschlossen wird. Das letztere läuft über die Scheibe  $s$ , welche durch einen Spannwagen ( $K$  in Fig. 335) straff gehalten wird. Aus diesem Grunde kann ein Aus- und Einschalten von Zügen nicht stattfinden, das Seil muß vielmehr stets geschlossen bleiben und  $w$   $w'$  sind Gestellwagen, welche je zwei Förderwagen aufnehmen vermögen. Zum Aufschieben der letzteren sind besondere Vorkehrungen in der Förderstrecke getroffen. Die Länge der Bahn beträgt nur 100 m.

Diese Fördermethode entspricht bei gerader Bahn vollständig einer geneigten Förderung mit Gestellwagen oder auch der Schachtförderung mit Gestellen und kann, wie diese, mit großer Geschwindigkeit ausgeführt werden. Für größere Längen erscheint sie aber trotzdem nicht leistungsfähig genug.

42. **Förderung mit schwebender Kette<sup>2)</sup>.** — Man versteht darunter diejenige Fördermethode, bei welcher eine Kette ohne Ende mit ununterbrochener Bewegung nicht durch Rollen, sondern durch Förderwagen ge-

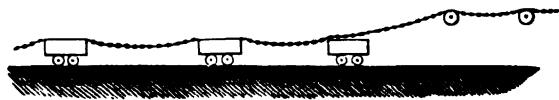


Fig. 337. Förderung mit schwebender Kette.

tragen wird (Fig. 337), welche in gleichen Abständen unter die Kette geschoben werden. An den beiden Enden der Förderbahn wird die Kette über höher gelegte Leitscheiben geführt und kommt von diesen wieder herab, so daß sie die untergeschobenen Wagen mitnehmen kann.

<sup>1)</sup> Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 87; 1864, Bd. 12, S. 339.

<sup>2)</sup> Vorschläge zu einer Kettenförderungs-Einrichtung für ganze Züge mit beliebig vielen Anschlagpunkten. Ochwaldt in Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 128. — Abt. Kohlwald der Grube König bei Neunkirchen. Ebenda, S. 90. — Glückauf 1890, S. 306, 659. — Stählerne Ketten ohne Schweißung, System Oury. Zeitschr. Oberschl. B.- u. H.-Ver. 1890, S. 405. — Österr. Zeitschr. 1895, S. 315.

Vor Krümmungen der Bahn läßt man die Wagen zunächst eine schiefe Ebene hinaufziehen und sodann mit dem dadurch gewonnenen Gefälle die Krümmungen durchlaufen, während die Kette wiederum über Rollen geführt wird und erst hinter der Krümmung die Wagen wieder mitnimmt.

Ist die Kette schwer, so genügt ein einfaches Auflegen derselben. Bei einer leichteren Kette müssen Gabeln (Fig. 338 u. 339) auf den Wagenrand gesteckt werden, in deren oberen Einschnitt ein vertikales Glied der Kette eingesenkt wird.

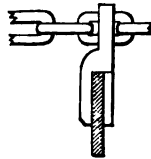


Fig. 338.

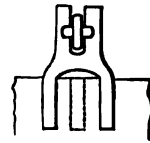


Fig. 339.

Aufsteckegabeln.

Die nicht sehr große Geschwindigkeit von 0,75 bis 2 m wird durch eine größere Zahl im Gange befindlicher Wagen ausgeglichen<sup>1)</sup>, gestattet aber auch weit stärkere Krümmungen der Strecke, als die Methoden mit großer Geschwindigkeit.

Zu Hampton-Valley wiegt 1 m Kette etwa 6,80 kg, ihre Glieder sind 15 bis 16 mm stark. Die Dauer der Kette betrug 12 Jahre (für Seile rechnete man früher nur auf eine Dauer von 18 Monaten) und ihre volle Länge für beide Gleise 5680 m. Der tägliche Transport belief sich im Durchschnitt auf 318 t<sup>2)</sup>.

In England wird die Kettenförderung vielfach für Unterwerksbau mit schwacher Neigung und großer Länge angewendet.

Bei der Kettenförderung im Burbachstollen der Grube von der Heydt<sup>3)</sup> (1740 m lang) hatte die Kette 20 mm Eisenstärke und ein Gewicht von 9 kg für 1 m. In der Minute gehen 3 Wagen in 15 bis 20 m Entfernung ab, wobei die Förderung in der zwölfstündigen Schicht 1100 bis 1200 Wagen zu 500 kg beträgt.

Auf derselben Grube hat man zum ersten Male an Stelle der sonst gebräuchlichen Treibscheiben mit Dornen solche mit Holzfutter angewendet, um welche die Kette 1½ mal geschlungen ist, und zwar mit bestem ökonomischen Erfolge. Auch nimmt man hier die Kette nur mit 2½ kg, in Belgien mit 4 kg für 1 Quadratmillimeter in Anspruch.

Da bei der Kettenförderung die Wagen auf die ganze Länge der Strecke gleichmäßig verteilt sind, so hat man den Vorteil, daß bei Bahnen mit verschiedener Neigung der Herableitungstrieb der einen Stelle dem Auf-

1) v. Hauer a. a. O. S. 538.

2) Burat a. a. O. S. 375.

3) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 106; 1882, Bd. 30, S. 303; 1881, Bd. 39, S. 1. — Osterr. Zeitschr. 1891, S. 380. (E. Braun und Kás, Die neue Kettenförderung im von der Heydt-Stollen.)

wärtsbewegen an einer andern zugute kommt, so daß dadurch die Kraftäußerung der Maschine entsprechend geringer ausfällt<sup>1)</sup>.

Auf der Cons. Paulus- und Hohenzollerngrube bei Beuthen<sup>2)</sup> befindet sich seit 1887 eine Kettenförderung im Betriebe, welche durch eine, von Schuckert in Nürnberg ausgeführte elektrische Anlage betrieben wird. Die Primärmaschine über Tage liefert bei größter Leistung von 100 Umdrehungen in der Minute einen Strom von 50 Ampères und 400 Volt Spannung und bedarf hierzu einer Betriebskraft von 38 HP. Die Sekundärmaschine kann bei 700 Umdrehungen in der Minute 25,5 HP, also rund 67% Nutzleistung liefern. Die Peripheriegeschwindigkeit der Ketten-trommel beträgt 1,1 m in der Sekunde. Die schwebende Kette ist  $2 \times 931,75 = 1863,5$  m lang und wiegt bei einer Kettenstärke von 20 mm 17750 kg, also rund 9 kg für 1 m. Um die Trommel, welche nach dem Beispiele von Grube von der Heydt bei Saarbrücken mit einem konisch abgedrehten Futter von Eichenholz versehen ist, hat man die Kette  $1\frac{1}{2}$  mal herumgelegt. Die Förderstrecke hat nach dem Schachte zu ein Gesamtgefälle von 1,22%. Das Abrutschen der Kette in den Krümmungen der Strecke hat man dadurch verhindert, daß man auf beiden Stirnseiten der Wagen je zwei Taschen angenietet hat. (Vergl. D. R. P. Nr. 40 539.) Die Entfernung der Wagen beträgt 20 m. Bei den vorhin angegebenen Zahlen kann die Kettenförderung in der 10stündigen Schicht bei ununterbrochenem Betriebe 1000 Tonnen leisten, während die gegenwärtige wirkliche Leistung 750 Tonnen beträgt. Die Betriebskosten stellen sich ohne Zinsen und Tilgungsbetrag auf 5,46 ₧ für die Tonne, während die auf derselben Grube in Betrieb befindliche Förderung mit elektrischen Lokomotiven (50.) gleichfalls ohne Zinsen und Tilgungsbetrag 8,56 ₧ für die Tonne kostet, so daß die elektrische Kettenförderung schon ohne auf ihre größte Leistungsfähigkeit beansprucht zu sein, um 36,2% billiger arbeitete, als die Lokomotivförderung.

43. **Förderung mit aufliegendem Seil<sup>3)</sup>.** — Diese Art der maschinellen Streckenförderung hat in den letzten Jahren eine große Verbreitung gefunden. Gegenüber der Kette hat das Seil u. a. die Vorteile des geringeren Gewichts und der geringeren Kosten bei gleicher Haltbarkeit, wegen Verminderung der toten Last kann auch die Antriebsmaschine kleiner genommen werden. Auch reißt das Seil selten plötzlich, wie es

1) Über maschinelle Kettenförderung auf der 430 m-Sohle der Grube Gouley bei Aachen siehe Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 286. — Die Kettenförderung auf horizontaler und geneigter Schienenbahn, bearbeitet von Eugen Braun. Freiberg 1886.

2) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 379.

3) A. Stein, Die verschiedenen Arten der maschinellen Streckenförderungen unter besonderer Berücksichtigung der Seilförderung. Gelsenkirchen 1898, II. Aufl. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1898, S. 307.

die Kette tut. Freilich kann man diese mit Notgliedern zusammenschließen, es sind jedoch damit wenig gute Erfahrungen gemacht<sup>1)</sup>.

Dagegen hat die aufliegende Kette auch wesentliche Vorzüge<sup>2)</sup>, wohin vor allem das leichte und sichere An- und Abschlagen der Förderwagen zu rechnen ist. Auch ist bei einer Steigung der Bahn von 1 : 8 und darüber das Seil weniger zweckmäßig, weil es durch zu starkes Einklemmen und auch bei Anwendung von Knoten (s. u.) schnell abgenutzt werden würde. In solchem Falle werden die größeren Kosten der Kette durch ihre längere Dauer gegenüber dem Seile wieder ausgeglichen.

Man unterscheidet glatte Seile und solche mit Knoten. Bei den ersteren werden klemmende, bei den letzteren einfache gabelförmige Mitnehmer auf die Hunte gesteckt, und zwar, wenn man kein Kippen der Hunte zu befürchten hat, auf die eine Vorderwand, sonst auf besondere Bügel in der Mitte der Länge des Hantes.

Der Vorteil der klemmenden Mitnehmer besteht darin, daß sie die Anwendung glatter, also billigerer Seile ermöglichen.

Was die Konstruktion der klemmenden Mitnehmer anbetrifft, so ist die einfachste die sogen. englische Klemme. Dieselbe (Fig. 340) besteht aus einem gebogenen Rundeisen *a*, welches mit einem Zapfen *b* leicht drehbar in das entsprechende Auge des Mitnehmerhalters gesteckt wird. Das Seil *S* liegt um die Entfernung *c* (50 bis 80 mm) aus der Gleismitte. Durch die vom Seile erzeugte Reibung findet eine leichte Drehung des Mitnehmers und somit ein Durchbiegen des Seiles statt, wodurch das Mitnehmen der Wagen erfolgt.

Dieser einfache Mitnehmer ist von der Firma Georg Heckel in St. Johann-Saarbrücken am Fuße mit einer, die Rückkehr in die Mittellage bewirkenden Büchse versehen. Die Vorrichtung besteht darin, daß sich der Mitnehmerfuß mit einer an ihm angebrachten Schrägfläche auf einer andern dreht. Sein Gewicht oder eine Feder ziehen ihn immer wieder in die Mittellage zurück<sup>3)</sup>.

Durch Aug. Lauenroth in Sulzbach bei Saarbrücken ist die Klemme derart abgeändert, daß die Drehung eine begrenzte ist. Ähnlich wirkt auch der Mitnehmer von Paul Güsemann in Zeitz.

Eine einfache Form der englischen Klemme stellt auch ein von Jorissen & Co. in Düsseldorf konstruierter, in Fig. 341 und 342 abgebildeter Mitnehmer dar. Derselbe besteht aus dem Schafte *a*, welcher mit seinem Zapfen *b* leicht drehbar in dem Mitnehmerbügel sitzt und an seinem oberen Ende den Ausleger *c*, bzw. die Seilgabel *d* trägt.

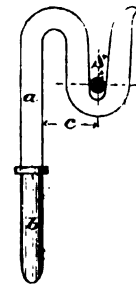


Fig. 340.  
Mitnehmergabel.

1. Glückauf. Essen 1891, S. 369; 1893, S. 1249, 1451, 1565.

2. Fr. Stolz in Glückauf. Essen 1896, Nr. 23.

3. Glückauf. Essen 1902, S. 466.

Letzterer steht etwas verdreht zur Seilrichtung, wie es Fig. 341 u. 342 zeigt. Dieser Mitnehmer gestattet auch das Durchfahren schwacher Krümmungen, in denen das Seil  $S$  eine leichte Biegung erfährt.

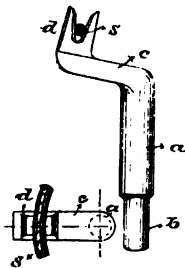


Fig. 341 u. 342.  
Mitnehmergabel von  
Jorissen & Co.

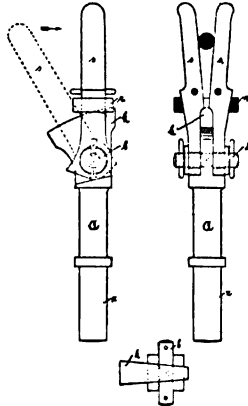


Fig. 343.

Bei der Seilklemme von Frost & Ring in Breslau (Fig. 343) ist das Hauptstück  $a$  mittels Zapfen  $z$  am Förderwagen befestigt und bildet an seinem oberen keilförmigen Ende  $k$  mit den beiden Keilflächen die Führung der das Förderseil zwischen sich fassenden Klemmschenkel  $s s_1$ , welche um die in Teil  $k$  befestigten Zapfen  $b$  schwingen können. Bevor die Klemmschenkel  $s s_1$  das Förderseil erfassen, nehmen sie die in Fig. 343

punktiert gezeichnete Lage ein. Sobald das Förderseil zwischen die Klemmschenkel  $s s_1$  zu liegen kommt, werden letztere durch Reibung mitgenommen und in die senkrechte Stellung übergeführt. Sie nähern sich hierbei infolge der keilförmigen Ausbildung des Teiles  $k$  und klemmen das Förderseil zwischen sich fest, so daß nun der Förderwagen mitgenommen wird. Bei der Überführung der Klemmschenkel  $s s_1$  aus der geneigten in die senkrechte Lage schiebt sich gleichzeitig ein um dieselben gelegter Ring  $r$  infolge der schrägen Führung von  $k$  an den Klemmschenkeln in die Höhe und hält dieselben fest zusammen. An dem Orte, wo der Förderwagen vom Seil gelöst werden soll, hat das Gleis des Förderwagens eine stärkere Neigung, der letztere erlangt, bei horizontalem Gleis eventuell auch durch einen Handstoß, eine größere Geschwindigkeit als das Förderseil, und die Klemmschenkel  $s s_1$  werden in ihre geneigte Stellung zurückgeführt, wobei sie das Seil, das an dieser Stelle höher geführt wird, loslassen.

Die Klemme wird sowohl nach einer Seite, als auch nach beiden Seiten greifend geliefert. Die oben beschriebene einseitige Klemme genügt bei horizontalen oder nach einer Richtung divergierenden, die andere zweiseitig wirkende bei abwechselnd steigenden und fallenden Strecken.

Außerdem sind klemmende Mitnehmer konstruiert von H. Grimberg jr. in Bochum, Th. Obach in Wien (D. R. P. 71590), Hasenclever in Düsseldorf, Fr. Koepe in Bochum, E. Becker in Dessau u. s. w.

Wegen der den klemmenden Mitnehmern anhaftenden, bei zweckmäßiger Einrichtung derselben jedoch nicht schwerwiegenden Nach-

teile<sup>1)</sup>, daß sie das Seil abnutzen und daß sie kein so leichtes Lösen der Hunte gestatten wie die Kette, hat man sich vielfach der, zuerst von Oberschuir in Schalke angewendeten Seile mit Knoten und nicht klemmender Mitnehmer bedient. Diese sind so eingerichtet, daß sie eine geringe seitliche Bewegung machen können, um zu verhüten, das das Seil sich in der Gabel klemmt und daß beim Anziehen schiefe Stöße entstehen, welche leicht ein Entgleisen, besonders der leeren Wagen, bewirken können. Aus diesem Grunde bilden diese Mitnehmer meistens eine Kurbel, welche sich um den senkrechten Schaft dreht. Um das Anziehen elastisch zu machen, haben Jorissen & Co. noch eine Feder eingeschaltet. Dieser Mitnehmer (Fig. 344) besteht aus dem Schaft *a*, welcher mit seinem Zapfen *b* auf dem Bügel *e* des Wagens ruht. Um den Zapfen *f* schwingt das Federgehäuse *g*, in welchem die Zugstange *c*, durch die Feder *d* gespannt, lagert. Auf *c* sitzt drehbar die Gabel *h*, welche gegen die Seilmuffe *i* anläuft. Die Nasen *k* an *h* verhindern ein Hochgehen des Seiles bei wechselnder Neigung der Fördersohle. Der Hub der Zugstange *c* ist durch die Feststelmutter *l* begrenzt.

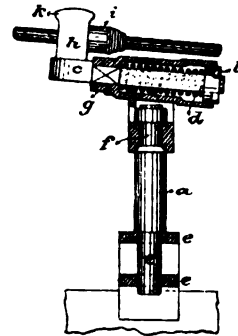


Fig. 344. Elastischer Mitnehmer

Diese Mitnehmer haben sich auf mehreren Westfälischen und Saarbrücker Schächten gut bewährt. Auf Zeche Concordia werden mit einem Mitnehmer Züge bis zu 8 Wagen gefahren.

Die Mitnehmerhalter, in welche die Mitnehmer gesteckt werden, sind entweder am Hunte festgenietet oder abnehmbar eingerichtet<sup>2)</sup>.

Die Seilknoten<sup>3)</sup>, von deren richtiger Konstruktion die Dauer des Seiles wesentlich abhängt, müssen so fest sitzen, daß sowohl Kurven als auch Steigungen befahren werden können, müssen aber anderseits so eingerichtet sein, daß die Biegsamkeit des Seiles nicht leidet, weil es sonst an den Kurvenstellen rasch bricht. Außerdem müssen die Knoten einfach und leicht von gewöhnlichen Arbeitern angebracht und ersetzt werden können.

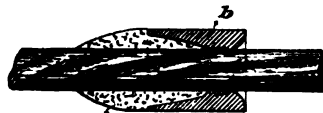


Fig. 345. Seilknoten.

Knoten von Draht oder Hanf, welche in der Weise befestigt werden, daß man Drähte durch das Seil steckt, entsprechen diesen Bedingungen nicht, weil sie die Haltbarkeit des Seiles beeinträchtigen, ebensowenig Hanfumwickelungen, weil sie rutschen.

1) Glückauf. Essen 1895, S. 1298.

2) A. Stein a. a. O. S. 305, Fig. 260, 261.

3) Ebenda S. 273.

Recht gut dürfte den an einen Seilknoten zu stellenden Bedingungen der in Fig. 345 abgebildete Knoten von Jorissen & Co. entsprechen. Das Seil wird mit einer Hanfumwicklung *a* versehen, über welche sich eine als Hohlkegel ausgebildete Muffe *b* schiebt. Letztere ist innen auf eine geringe Länge mit einem groben Gewinde versehen, wodurch ein Lösen der Muffe von der Hanfumwicklung beim Umlaufen der Scheiben und Rollen verhütet werden soll. Durch die Hanfumwicklung wird dem Seile die erforderliche Biegsamkeit gewahrt, gleichwohl sitzen die Knoten ziemlich fest auf dem Seile. Dieser Knoten, welcher in wenigen Minuten durch gewöhnliche Arbeiter erneuert werden kann, ist mehrfach in Gebrauch und soll sich gut bewährt haben.

Außerdem gibt es Abstreifvorrichtungen<sup>1)</sup>, welche den Zweck haben, die Mitnehmer, z. B. am Füllorte, selbsttätig vom Seile zu entfernen.

Übrigens tritt durch Anwendung der Seilknoten eine nicht unerhebliche Vermehrung der Förderkosten ein. Bei der (mit elektrischem Antriebe arbeitenden) maschinellen Streckenförderung der Zeche Ewald bei Herten i. W.<sup>2)</sup> betragen allein die Arbeitslöhne für Reparatur der Seilknoten jährlich 3936 *M*, dazu kommt der Bedarf an Material mit 800 bis 1000 *M*<sup>3)</sup>, Umstände, welche sehr für Anwendung glatter Seile sprechen.

Gewöhnlich werden an den Anschlagpunkten bei Seil mit oder ohne Knoten die Wagen vom leeren Seile abgenommen und die beladenen Wagen dem vollen Seile zugeführt. Dies Verfahren erfordert an jedem Anschlagpunkte zwei Arbeiter, welche außerdem quer über die Schienen gehen müssen und deshalb mit dem gehenden Zeuge in Berührung kommen. F. Stolz in Neu-Weißstein bei Altwasser empfiehlt deshalb das System des kontinuierlichen Wagenumlaufs<sup>4)</sup>, bei welchem ein Kreuzen der Wagen nicht stattfindet und an jedem Anschlagpunkte nur ein Arbeiter erforderlich ist.

Allerdings ergibt sich daraus als Nachteil die Notwendigkeit eines größeren Förderweges für die dem Schachte näher liegenden Anschlagpunkte, sowie eines größeren Kraftaufwandes und Wagenparkes.

Ferner ist eine noch streitige Frage, ob das Durchfahren starker Kurven mit Rollen ohne Lösen des Seiles, oder das selbsttätige Durchlaufen der Kurven auf schiefen Ebenen unter Verlassen des Seiles vorteilhafter ist.

**44. Verbindung von Seil und Kette.** — Wie in den vorhergehenden Paragraphen gezeigt wurde, hat das glatte Seil den Nachteil, daß es durch die Mitnehmer leidet, bei dem Seil mit Knoten tritt der Übelstand ein,

1) A. Stein a. a. O. S. 281, Fig. 166—169.

2) Glückauf. Essen 1896, S. 244.

3) Ebenda Nr. 23.

4) Ebenda 1893, Nr. 89—90; 1894, Nr. 1; 1896, Nr. 23.

daß diese leicht rutschen und häufiges Ausbessern erfordern, während die Kette zwar leicht mit den Förderwagen verbunden werden kann, aber teurer ist, als das Seil und durch sein Gewicht zu Kraftverlusten Veranlassung gibt. Um die Vorteile von Seil und Kette zu vereinigen, ohne die Nachteile beider zu übernehmen, fertigt die Fabrik von Georg Heckel in St. Johann-Saarbrücken nach dem D. R. P. No. 111606, welches dem Bergassessor Glinz aus Rothehütte a. Harz verliehen ist, ein Seil an, welches in Abständen von 30 bis 50 m mit Kettengliedern versehen ist (s. Fig. 346). Die Kettenglieder führen sich in bekannter Weise in einem Blechschlitz, oder in einem nicht gekröpften Mitnehmer. Damit ist eine, auch bei wechselndem Gefälle, wie es bei quellender Sohle leicht eintritt, durchaus sichere Verbindung hergestellt.

Die Seilenden an den Verbindungsstellen werden entweder, wie bei den Fördergestellen, in einer Büchse vergossen, wobei es aber noch zweifelhaft ist, ob dabei nicht das Seil beim Übergang über die Rollen zu sehr leidet, oder sie werden, wie es bei Brüchen früher vielfach geschah, derart um eine Öse verflochten, daß die Enden durch das Seil gesteckt und nach einander abgehauen werden, so daß eine wesentliche Verstärkung nicht eintritt (s. Fig. 346).



Fig. 346.

Ein solches Seil wird zwar teurer in der Anschaffung sein als ein glattes oder ein solches mit Knoten, aber einesteils werden die Kosten für Mitnehmer geringer und andernteils verbürgt die neue Einrichtung eine längere Dauer des Seiles.

Um weiter an Anlagekosten zu sparen, macht man die Zwischenstücke möglichst lang, schlägt aber dafür zwei Wagen in der Weise an, daß man dem ersten angekuppelten noch einen Anhängewagen gibt.

Eine Anlage dieser Art hat sich auf der Deutschlandgrube zu Schwienschlowitz O.-S. gut bewährt.

**45. Kurven- und Tragrollen.** — Sind in der Strecke Kurven mit schwacher Krümmung zu durchfahren, so muß das Seil um Rollen geführt werden, welche derart eingerichtet sind, daß der Mitnehmer an ihnen vorbeistreicht.

Übrigens genügt als Kurvenrolle jede Seitenrolle mit einem unteren Flansch zum Tragen des Seiles<sup>1)</sup>.

Eine solche von Jorissen & Co. angegebene Rolle zeigt Fig. 347. Sie besteht aus dem Hohlkegel *a*, ferner aus der gleichfalls nach unten konisch

1) Preuß. Zeitschr. 1894, Bd. 42, S. 613. — A. Stein a. a. O. S. 306.



verlaufenden Rolle *b*, welche sich um den Bolzen *c* dreht. Der Hohlkegel *a* wird mit Schrauben an einem Träger befestigt.

Von diesen Rollen, deren Durchmesser 250 bis 300 mm beträgt, braucht man in jeder Kurve so viel Stück, daß der Ablenkungswinkel nicht über  $10^\circ$  bis  $12^\circ$  beträgt.

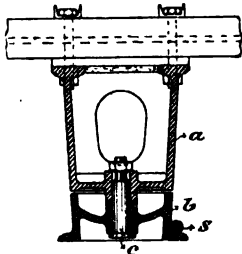


Fig. 347. Kurvenrolle.

Dagegen hat der Maschinenwerkmeister Philipp Forster in Altenwald bei Saarbrücken eine Kurvenführung angegeben, mit welcher Kurven von beliebigem Ablenkungswinkel bei einem Halbmesser bis unter 1 m und mit nur einer Rolle umfahren werden können, ohne daß das Seil oder die Kette den Mitnehmer zu verlassen braucht. Die Einrichtung besteht darin, daß das Gleis in der Kurve hinreichend erweitert ist, um den Rädern des Förderwagens genügenden Platz zwischen den

Schienen zu schaffen, damit sie die, der Ablenkung der Kurve entsprechende Drehung machen können. Die Räder verlassen nämlich in der Kurve die Schienen und laufen mit den Spurkränzen auf Eisenplatten, welche um die Spurkranzhöhe unter der Schienenoberkante liegen. Mit dieser Einrichtung können Kurven von weit größerer Ablenkung, als bei den übrigen Kurvenführungen durchfahren werden und braucht man daher in jeder Kurve nur eine einzige größere Führungsrolle.

Vielfach verwendet man sowohl bei Knotenseilen als auch bei glatten Seilen Sternrollen<sup>1)</sup>, so u. a. in der von Grimberg & Wolff in Bochum eingerichteten Förderung mit glatten, stark geschmiertem Seil auf Zeche Monopol I bei Camen mit 900 t Leistung pro 8 Stunden aus einem 1250 m langen Querschlage. Der Mitnehmer stößt beim Passieren der Rollen gegen einen Zacken des Sternes, dreht ihn und gleitet an der Rolle vorbei.

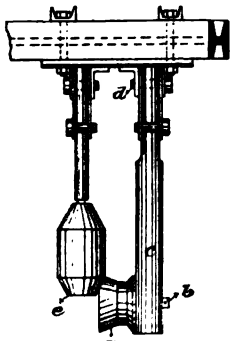


Fig. 348. Tragrolle.

Endlich braucht man Tragrollen für die gerade Strecke, welche das Seil so hoch halten, daß der Wagen ohne Mitnehmer untergeschoben werden kann, ohne mit dem Seile in Berührung zu kommen.

Eine viel angewendete Konstruktion<sup>2)</sup> besteht aus der an den Kappen der Türstöcke angebrachten Tragrolle *a* (Fig. 348), welche sich um den an dem Pendel *c* sitzenden Zapfen *b* dreht. Das

Pendel *c* schwingt um den Bolzen *d*. Wird nun die Rolle *a* von dem Mitnehmer, der mit seinem oberen Teile über die Rolle hinwegstreicht,

1) Glückauf. Essen 1892. Nr. 13. — Bergbau. Jahrg. IV, Nr. 4.

2) A. Stein a. a. O. S. 311, Fig. 280—295.

angefahren, so weicht sie in der Seilrichtung, bezw. schräg zu derselben aus. Da die Rolle  $e$ , welche ein Abspringen des Seiles von  $a$  verhüten soll, in gleicher Weise gelagert ist, so entsteht beim Anfahren zwischen beiden ein Schlitz, durch welchen der Mitnehmer hindurch geht.

**46. Rentabilitätsberechnung.** — A. Stein (Die verschiedenen Methoden der maschinellen Streckenförderung. Gelsenkirchen 1898) gibt S. 321 folgende Rentabilitätsberechnung nach einem Beispiele für eine 1,5 km lange Strecke mit einer Förderung vom Endpunkte von 800 t täglich (in 1 Schicht):

1) Es wurden gefördert $800 \cdot 1,5$ . . . . .	1500 tkm
2) Die Kosten der Pferdeförderung betragen nach genauer Berechnung im Durchschnitte der drei letzten Jahre pro 1 tkm = 16 $\mathcal{P}$ .	
3) Kosten der Seilförderung:	
Anlagekosten einschl. 4500 $\mathcal{M}$ für Seil . . . . .	30000,00 $\mathcal{M}$
Zinsen 5% vom Anlagekapital . . . . .	1500,00 -
10% Tilgung von $30000 - 4500 = 25500$ $\mathcal{M}$ . . . . .	2550,00 -
Seilverschleiß bei Annahme einer 400tägigen Betriebsdauer $\frac{4500 \cdot 300}{400}$ jährlich . . . . .	3375,00 -
	jährlich <u>7425,00 <math>\mathcal{M}</math></u>
oder bei 300 Arbeitstagen täglich: $\frac{7425}{300} =$ <u>25 <math>\mathcal{M}</math>.</u>	

Bedienung:

2 Streckenaufseher à 3 $\mathcal{M}$ . . . . .	6,00 $\mathcal{M}$
1 Maschinenwärter à 3,50 $\mathcal{M}$ . . . . .	3,50 -
3 Schlepper am Streckenende à 2,80 $\mathcal{M}$ . . . . .	8,40 -
Wöchentlich 3 Schichten für kleinere Reparaturen, Revisionen u. s. w. $\frac{3 \cdot 3,50}{6}$ . . . . .	1,75 -
Dampf und Schmiermaterial u. s. w. . . . .	9,35 -
	29,00 $\mathcal{M}$
Dazu die allgemeinen Kosten, wie vorstehend . . . . .	25,00 -
	Gesamte tägliche Betriebskosten <u>54,00 <math>\mathcal{M}</math></u>

oder für 1 tkm =  $\frac{5400}{1200} =$  4,5  $\mathcal{P}$ .

Dies ergibt gegenüber den Pferdeförderkosten eine Ersparnis von  $16 - 4,5 = 11,5$   $\mathcal{P}$  für 1 tkm, also einen jährlichen Reinverdienst von  $11,5 \times 1200 \times 300 = 41400$   $\mathcal{M}$

und mit Rücksicht auf die Nebenvorteile von 45000  $\mathcal{M}$ .

Im allgemeinen werden die Förderkosten in demselben Maße geringer, als die Zahl der geförderten Tonnen zunimmt.

**47. Lokomotivförderung.** — Besonders um die nicht unbeträchtlichen Seilkosten zu ersparen, hat man mehrfache Versuche mit Lokomotiven angestellt, welche aber bei Streckenförderung, abgesehen von elektrischen Lokomotiven, zu einem befriedigenden Abschlusse noch nicht überall gelangt sind. So gab man die im Burbachstollen bei Saarbrücken gemachten Versuche mit Dampflokomotiven<sup>1)</sup> wieder auf, weil Rauch und Dampf zu sehr belästigten.

Auch Heißwasser-Lokomotiven<sup>2)</sup>, nach dem System Lamm-Francq von der Aktiengesellschaft Hohenzollern in Düsseldorf gebaut, bei denen der Kessel mit überhitztem Wasser gefüllt ist, haben für die Grubenförderung wesentliche Nachteile. Dieselben bestehen einerseits ebenfalls in der Belästigung durch den ausströmenden Dampf, anderseits in der Notwendigkeit unterirdischer Kesselanlagen, sowie endlich in dem Umstande, daß die Lokomotiven mit abnehmender Kraft laufen, wobei die Züge leicht liegen bleiben können.

**48. Honigmanns feuerlose Lokomotive.** — Ein dem Ingenieur Moritz Honigmann in Grevenberg bei Aachen patentiertes Verfahren bezweckt den Betrieb von feuerlosen Lokomotoren<sup>3)</sup> und sonstigen Dampfmaschinen und beruht darauf, daß Ätznatron oder Ätzkali imstande ist, den Wasserdampf bei Temperaturen von 130° und darüber, welche also weit über derjenigen der gespannten Dämpfe liegen, zu absorbieren.

Die Honigmannsche Lokomotive hat wegen ihres hohen Preises und großen Gewichtes eine betriebsmäßige Anwendung nicht gefunden und wird nicht mehr gebaut.

**49. Luftlokomotiven<sup>4)</sup>.** — Die Bemühungen, Preßluft zum Betriebe von Lokomotiven zu verwenden, sind nicht neu<sup>5)</sup>. Diese Lokomotiven hatten bei der von Ribourt<sup>6)</sup> für die Förderung im Gotthardtunnel gewählten Einrichtung einen mit Luft von 14 Atm. Spannung gefüllten Behälter, aus

1) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 97; 1864, Bd. 12, S. 166.

2) Ebenda 1883, Bd. 31, S. 406. — »Stahl und Eisen« 1885, Nr. 1, S. 17.

3) Berggeist 1883, Nr. 89, 95. — Österr. Zeitschr. 1885, S. 31. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingenieure 1886, Bd. XXX, S. 595, 785. — C. Rollands feuerlose Lokomotive. Dinger, polyt. Journ. 277, S. 145, 155. — Berg- u. H.-Ztg. 1890, S. 375. — Glückauf 1891, S. 134.

4) Handb. der Ingenieurwissenschaften. Leipzig 1883, Bd. IV, Abt. 1, S. 237. — Preuß. Zeitschr. 1893, Bd. 31, S. 407. — Glückauf. Essen 1902, Nr. 4, 6, 7.

5) Baader, Neues System der fortschaffenden Mechanik. München 1822, S. 178, Taf. XVI. — Steel, On air compression. Engineer 1886, I, S. 473. — Dingers polyt. Journ. 1829, II, S. 344, 1830, IV, S. 10; 1830, I, S. 480. — Henschel, Neue Konstruktion der Eisenbahnen und Anwendung komprimierter Luft zum Betriebe der Fuhrwerke. Kassel 1833. — Crelle, Einiges über die Ausführbarkeit der Eisenbahnen in bergigen Gegenden. Berlin 1839. — Derselbe. Über die sog. atmosph. Eisenbahn. Berlin 1839.

6) Ribourt, Lokomotivbetrieb mit Luft im St. Gotthardtunnel. Eisenb. 1875, II, S. 2, und Maschinenb. 1876, S. 26.

welchem die Luft mit Hilfe eines selbsttätig wirkenden Regulators<sup>1)</sup> bei dauernd erhaltener Pressung von 3 Atm. in den Arbeitszylinder trat. Zwei solche von Schneider & Co. in Creuzot ausgeführte Maschinen kamen 1875 in Betrieb. Aus einem Behälter von Stahlblech und 7,6 cbm Inhalt gelangt die Preßluft in den Druckregulator, von da in einen kleinen Behälter von 0,3 cbm Inhalt, der bestimmt ist, Stöße beim Anfahren zu vermeiden, und endlich in die Treibzylinder von 200 mm Durchmesser und 360 mm Kolbenhub.

Luft-Lokomotiven mit niedrigem Atmosphärendruck haben den Fehler, daß der Preßluftbehälter sehr groß werden muß. Für mittelgroße Leistung ist er 1,5 m hoch, 2 m breit und 5 bis 7 m lang.

In den Gruben der »Philadelphia and Reading Coal and Iron Company« in Nordamerika<sup>2)</sup> hat man Versuche mit dem Compoundsystem angestellt. Die dort in Betrieb befindliche Vauclain-Preßluftlokomotive besitzt 49,4 Pferdek. und die nachfolgenden Größenverhältnisse:

Durchmesser des Hochdruckzylinders . . . . .	12,7 cm
- - Niederdruckzylinders . . . . .	20,23 -
Größe des Hubes . . . . .	30,50 -
Durchmesser der Räder . . . . .	60,96 -
Gewicht . . . . .	229979,00 kg
Größe des Luftkessels . . . . .	4,50 cbm
Luftdruck im Behälter . . . . .	272,00 at
Arbeitsdruck . . . . .	90,00 -

Die Vorzüge der Compound-Preßluftlokomotive gegenüber der einfachen Preßluftlokomotive liegen:

- 1) In der vollkommeneren Ausnutzung der Expansionswirkung der Luft,
- 2) in dem geringeren Luftverbrauch durch bessere Regulierung der Preßluftzuführung (nach dem angestellten Vergleiche soll die Luftersparnis 50% betragen) und
- 3) in der einfacheren Führung der Lokomotive.

Über die Höhe des Luftverbrauches hat man in Paris festgestellt, dass zur Erzeugung einer Pferdekraft 0,42 cbm kalte und 0,31 cbm erhitzte freie Luft erforderlich sind. Diesen Zahlen gegenüber stellen sich die auf den Gruben der genannten Gesellschaft erzielten Resultate erheblich günstiger. Man gebrauchte hier für eine indizierte Pferdekraft 0,17 cbm Luft und zum Transport von einem beladenen 1 t-Wagen auf 1609 m Entfernung bei horizontaler Förderbahn und einem Reibungswiderstande zwischen Rädern und Schienen von 1% 0,65 cbm Luft. Die bei dieser Anlage benutzte Luft wird zur Entfernung des mitgerissenen Staubes mittels Wasser filtriert und gelangt daher in den dreistufigen Kompressor

1) Handb. der Ingenieurwissenschaften Bd. IV, Abt. 1, Taf. XIII, Fig. 37, 38.  
2) Mines and Minerals 1899, Bd. XX, Nr. 2.

vollständig mit Feuchtigkeit gesättigt. Dieser Umstand hat den Nachteil, bei der Expansion die Eisbildung zu begünstigen.

Bei den von Mekarski<sup>1)</sup> hergestellten Lokomotiven wird ein Gemisch von Preßluft und Dampf verwendet, welches in einem besonderen Apparat erzeugt wird.

Im allgemeinen hat sich das System Mekarski in der Praxis bis jetzt noch nicht bewährt.

In Hayange stellten sich die Kosten für die vielen Reparaturen und für das Füllen der Maschine so hoch, daß die laufenden Betriebskosten teurer wurden, als die der bisherigen Pferdeförderung.

Der Umstand, daß die Luftlokomotiven ebenso wie die Heißwasser-Lokomotiven (47) mit abnehmender Kraft fahren, sowie ihr großes Gewicht, dürfte ihrer allgemeinen Brauchbarkeit für eine starke Förderung am meisten und dauernd im Wege stehen.

**50. Elektrische Lokomotiven<sup>2)</sup>.** — Bei den elektrischen Lokomotiven hat man zwei Arten, nämlich diejenigen mit Stromzuführung und Akkumulator-Lokomotiven zu unterscheiden. Die ersteren dürfen indessen in Gruben mit schlagenden Wettern keine Verwendung finden, weil es noch nicht gelungen ist, das Funkensprühen zu vermeiden. Auch in nassen Strecken dürften sie wenig geeignet sein, weil dort die Leitschienen nicht trocken erhalten werden können und deshalb Kraftverluste durch Ableitung des elektrischen Stromes entstehen.

Dagegen arbeiten die elektrischen Lokomotiven<sup>3)</sup> auf dem Oppelschachte des königl. Steinkohlenwerkes zu Zaukeroda<sup>4)</sup>, seit dem Herbst 1882, ferner in Neu-Staßfurt, sowie auf Hohenzollerngrube bei Beuthen und in zahlreichen anderen Fällen mit befriedigendem Erfolge.

Die in Zaukeroda von Siemens & Halske hergestellte Anlage besteht aus der dynamo-elektrischen Primärmaschine über Tage, von welcher der elektrische Strom zu der 220 m unter Tage in einem 720 m

1) Engineer 1876, I, S. 153; 1881, S. 154; 1876, II, S. 143. — Revue industr. 1876, S. 461, Tab. 51/52. — Annales industr. 1876, I, S. 8 u. 17. — Portefeuille écon. des mach. 1876, S. 4, Tab. 1/2. — Maschinenb. 1877, S. 34, 187. — Prakt. Masch.-Konstr. 1877, S. 8, Taf. 5. — Annalen f. Gewerbe u. Bauwesen 1878, S. 454. — Young, Compressed air engines. Engineer 1881, II, S. 279. — Engineer 1881, II, S. 506, 343.

2) Annales des mines. Tome XI (1887), S. 5. — Elektr. Grubenlokomotive von Immisch. Elektrotechn. Zeitschr. Bd. 10 (1889), S. 162. — Dingler, polyt. Journ. 273, S. 126. — Die Thomson-Van-Depoesche elektr. Grubenlokomotive. Eng. a. Min. J. Bd. 51, S. 171, 659 und Industries (Vol. VIII, S. 209). Länge 2,895 m auf 1,6 m Breite und 2,5 m Höhe, Gewicht 5600 kg, Raddurchmesser 0,90 m, Geschwindigkeit  $3\frac{1}{3}$  m in der Sekunde. — Doeltz in Glückauf 1895, S. 1169.

3) Österr. Zeitschr. 1882, S. 334; 1883, S. 161. — Glückauf 1883, Nr. 20 u. S. 174.

4) Jahrb. f. das B. u. H.-Wesen im Königreich Sachsen. 1883, S. 39. — Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, Lit. S. 61. — Glückauf. Essen 1895, S. 257.

langen Hauptquerschläge laufenden Lokomotive und wiederum zurückgeleitet wird, ferner aus der Lokomotive selbst mit dem an der Firste des Querschläges laufenden Kontaktschlitten. Jeder Zug hat 15 Grubenwagen und wird mit einer Geschwindigkeit von 2,25 bis 3 m in 1 Sekunde bewegt, dabei beträgt die effektive Leistung für einen vollen Zug 4,18 bzw. 6,40 Pferdestärken. Die gesamten Anlagekosten der elektrischen Bahn betragen 16238  $\mathcal{M}$ , die laufenden täglichen Betriebskosten bei dem jetzigen Förderquantum von 660 Wagen in 16 Stunden 11,75  $\mathcal{M}$  ohne und 19,87  $\mathcal{M}$  mit 15% Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals. Auf 1 Wagen und 620 m Förderlänge ergeben sich hiernach Förderkosten von 1,78  $\mathcal{R}$  ohne und 3,01  $\mathcal{R}$  mit Verzinsung und Amortisation, gegenüber 3,71  $\mathcal{R}$  bei Pferdeförderung und 6,20  $\mathcal{R}$  bei Menschenförderung. Der Vergleich fällt noch wesentlich günstiger (1,69 bzw. 2,70  $\mathcal{R}$ ) für die elektrische Kraftübertragung aus, wenn man das mit Leichtigkeit zu erreichende volle Tagesförderquantum von 1000 Wagen in 16 Stunden zu Grunde legt.

Nach dem Muster der vorigen ist im September 1883 auf der Steinkohlengrube Cons. Paulus-Hohenzollern bei Beuthen O./S. eine elektrische Grubeneisenbahn<sup>1)</sup> in Betrieb gekommen.

Von hier laufen zwei Lokomotivgleise auf 754 m Länge nebeneinander her, deren eines bei 800 m Gesamtlänge seine Endschaft an einem Bremschachte des Valesca-Flötzes erreicht, während das andere Gleis in dem Gerhardflötz weitergeführt ist und eine Länge von 1000 m hat.

Mit 18 Wagen von je 500 kg Inhalt beträgt die mittlere Fördergeschwindigkeit auf der 800 m langen Bahn leer 3,8 m, voll 2,6 m, auf der 1000 m langen zweiten Bahn dagegen leer 3,3 m, voll 2,4 m in der Sekunde. Zum Fortbewegen eines vollen Zuges ist nach den angestellten Versuchen bei einem Reibungswiderstande von 15 kg für je 1000 kg Bruttolast eine Kraft von 9 HP, für den leeren Zug eine solche von 5,7 HP erforderlich. Die durchschnittliche Leistung jeder der beiden Primärmaschinen bezieht sich auf 65 Ampère Stromstärke und 300 Volt Spannung. Die effektive Leistung dieser Maschinen in Pferdestärken ist also

$\frac{65 \cdot 300}{735,7} = 26,5 \text{ HP}$ , während von dieser Kraft in den Lokomotiven 56,5% nutzbar gemacht werden.

Bei 34 Umgängen der Kraftmaschine und 15 beladenen Wagen beträgt die Fördergeschwindigkeit 2,5 m, bei leeren Wagen 4 m in der Sekunde. Da das Gewicht eines Förderwagens 450 kg, dasjenige der Ladung 550 kg, also die Bruttolast für 1 Wagen 1000 kg ausmacht, so stellt sich die Bruttoleistung auf 15000 kg, die Nettoleistung auf 8250 kg. Erfahrungs-

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 286. — Die Streckenförderung auf den oberschlesischen Steinkohlengruben in Zeitschr. des Oberschl. Berg- u. Hüttenm. Vereins. März—Juni 1885.

mäßig sind auf die Hin- und Rückfahrt (einschließlich An- und Abschlagen) im ganzen 10 Minuten zu rechnen und wurden also in der Stunde 6 Fahrten gemacht. Dies stellt eine Nettoleistung für 1 Stunde von rund 50 000 kg dar.

Die Gesamtkosten der Förderung, einschließlich Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, stellen sich auf 5,08  $\mathcal{R}$  für 1 Tonnen-Kilometer gegen 10,5  $\mathcal{R}$  bei Pferdeförderung<sup>1)</sup>.

Bei einer auf der 11. Strecke zwischen den Schächten Neuer Turm Rosenhof und Silbersegen bei Clausthal im Jahre 1898 eingerichteten elektrischen Förderung wird als Motor eine Turbine von 20 HP benutzt, welche auf dem Rabenstollen am Silbersegener Schachte aufgestellt ist und am Tage einen Luftkompressor, nachts aber eine Primärdynamo von 9,6 HP eff. treibt.

Zur Regulierung der Turbine beim Dynamobetrieb dient ein Schriegerscher Bremsregulator von 15 HP Bremskraft.

Die Primärdynamo (Type AF m. 6 von Schuckert in Nürnberg) leistet bei 12 Touren 6000 Watt = 330 Volt  $\times$  18 Ampère.

Die Stromzuleitung erfolgt im Schachte durch ein Patent-Okonitkabel 350 m tief bis zur 11. Strecke, auf dieser selbst durch Fenstereisen Nr. 75, welches in Entfernungen von 5 m durch Hartgummiisolatoren, deren Stützen in der Firste in Bohrlöchern befestigt sind, getragen wird.

Die Rückleitung erfolgt durch die Hunselaufschielen von 93 mm Höhe, welche mit Laschen und Schrauben und deren Stöße sowohl unter sich, als auch mit denen der zweiten Schiene mit Kupferdraht verbunden sind. Im Schachte dient ein altes Förderseil zur Rückleitung.

Die Lokomotive mit Motor (Type AF 6) hat 1,70 m Höhe und 0,90 m Breite. Ihre Geschwindigkeit beträgt 2,5 m pro Sekunde, die Leistung mit jedem Zuge 7 volle Hunte mit 0,5 cbm Inhalt oder bei Erz von 0,75 t Nutzlast. Die Förderbahn ist 800 m lang.

Die Förderkosten stellen sich (ohne Amortisation der Anlagekosten) auf 15  $\mathcal{R}$  für 1 cbm, oder 10  $\mathcal{R}$  für 1 t, während sie bei Menschenförderung vor Umbau der Förderstrecken etwa 33 $\frac{1}{3}$   $\mathcal{R}$ , auf dem Gleise der elektrischen Bahn aber 24  $\mathcal{R}$  für 1 t betrugen.

Die elektrischen Akkumulator-Lokomotiven<sup>2)</sup> bestehen aus der eigentlichen Lokomotive und dem Tender. Erstere besteht aus einer magneto-elektrischen Maschine, welche auf einem Wagengestelle montiert ist, während der letztere eine starke Batterie von Akkumulatoren enthält.

Akkumulator-Lokomotiven werden, wenn sie erst brauchbar hergestellt sind, für die Grubenförderung großen Wert haben, weil man mit ihnen ohne weitere Vorkehrung jede, mit einem tauglichen Gleise versehene

1) Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33, S. 229; auch für Neu-Staßfurt.

2) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 411. — Bergbau Bd. 8, Nr. 7. — Glückauf. Essen, Bd. 29, S. 699 u. 1033.

Strecke befahren kann. Eine derartige, auf den Gruben d'Amercoeur zu Jumet (Belgien) im Jahre 1893 eingeführte Lokomotive befriedigte derart, daß eine zweite angeschafft wurde. Diese ist für eine Leistung von 400 Hunten in 10 Stunden bei 8 km Geschwindigkeit in der Stunde gebaut und wiegt insgesamt 4500 kg<sup>1)</sup>. Die Betriebskosten werden für 1 tkm auf 7,25 cent. gegenüber 11 cent. bei Pferdeförderung angegeben.

Der wichtigste Umstand, welcher der allgemeinen Einführung der Akkumulator-Lokomotiven noch im Wege steht, liegt außer in dem großen Gewicht in der bisher geringen Haltbarkeit der Akkumulatoren, weil diejenigen mit Bleiplatten nur eine gleichmäßige Kraftäußerung ertragen können, bei vorübergehend großen Stromstärken, z. B. beim Durchfahren scharfer Kurven, aber schnell zertört werden. Vielleicht ist die Erfindung der Zink-Kupfer-Akkumulatoren<sup>2)</sup> geeignet, diesen Übelstand zu beseitigen.

Wie auf manchen Straßenbahnen, so hat man auch in Nordamerika die elektrischen Lokomotiven so eingerichtet, daß sie in den Hauptstrecken die elektromotorische Kraft von der Leitung, in den andern Strecken aber von den ihnen beigegebenen Akkumulatoren entnehmen. Eine derartig gebaute Lokomotive ist auf den Gruben der Southwest Virginia Improvement Company mit günstigem Erfolge in Betrieb<sup>3)</sup>. Die Dimensionen dieser Lokomotive sind:

Breite . . . . .	107 cm
Höhe einschließlich des Batteriekastens	112 -
Länge . . . . .	315 -
Spurweite . . . . .	91 -
Gewicht einschließlich Batterie . . . .	4082 kg.

Die Leistung in den Nebenstrecken beträgt in einer Schicht 244 tkm, welche der Arbeit von zwölf Mauleseln entspricht.

Die Kosten der Förderung in Nebenstrecken mit derartig gebauten Lokomotiven schwanken zwischen 4 und 6 Cents für 1 tkm, gehen jedoch auf einzelnen Gruben, wo die Verhältnisse besonders günstig liegen, bis auf 1,3 Cents herunter.

In der Dimensionierung der Lokomotiven ist man dem Bestreben der Betriebsleitungen, die Streckenquerschnitte so klein als möglich zu nehmen, gefolgt. Die bis jetzt erreichten geringsten Abmessungen für elektrische Grubenlokomotiven sind bei einem Radstande von 61 cm: 244 cm Länge und 90 cm Breite.

Die Stärke der Lokomotiven schwankt je nach dem vorliegenden Bedürfnis zwischen 4 und 50 Pferdestärken, die Geschwindigkeit zwischen 2,5 und 3,5 m in der Sekunde.

1) Annales industrielles Jahrg. 1894, S. 498. — Österr. Zeitschr. 1895, S. 407.

2) Österr. Zeitschr. 1895, S. 295.

3) Mines and Minerals 1899, Bd. XX, Nr. 2.



Mehrfach sind auch Explosions-Lokomotiven für Benzin, Benzol, Petroleum und Spiritus in Anwendung gekommen. Bei der großen Energieentwicklung der flüssigen Brennstoffe kann die Lokomotive ihren Tagesbedarf an Benzin u. s. w. in einem verhältnismäßig kleinen Behälter mitnehmen und unterscheidet sich dadurch vorteilhaft von den Luft- und Heißwasser-Lokomotiven. Einen andern, für die Anwendung in Schlagwettergruben sehr wertvollen Vorteil hat diese Lokomotivart dadurch, daß die Zündung und Explosion des Triebmittels in dem vollkommen luftdicht abgeschlossenen Zylinder erfolgt. In Belgien ist deshalb der Gebrauch von Benzinlokomotiven mehreren Schlagwettergruben gestattet. Allerdings gehören dazu weite Räume und ein guter Wetterzug, um den Geruch der unverbrannt entweichenden Benzingase nicht allzusehr zu empfinden.

Pro Pferdekraftstunde werden 0,4 kg Benzin verbraucht. Die Anschaffungskosten für eine Lokomotive von 8 HP betragen einschließlich zweier Benzinfässer von 100 l Inhalt, einem Holzverschlag für die Fässer und einem Füllapparat 7600 M und die Jahresbetriebskosten für Benzin 3758 M, für Benzol 3569 M. Bei einer Jahresleistung von 41000 tkm, wie auf der Vereinigungsgesellschaft in Kohlscheid und der vereinigten Königs- und Laurahütte O.-S., stellen sich die Betriebskosten auf 7,36 bez. 6,99  $\mathcal{F}$ .<sup>1)</sup>

51. **Schiffsförderung**<sup>2)</sup>. — Streckenförderung mit Schiffen war früher an mehreren Punkten, auch in Steinkohlengruben, im Betriebe, so in Manchester und auf der Königin Luisengrube O./S.), wo die betreffenden Stollen in einen Kanal mündeten, ferner auf der Fuchsgrube bei Waldenburg und in den Gruben bei Clausthal. In allen diesen Fällen hat man die Schiffsförderung trotz ihrer Billigkeit aufgegeben, weil sie sich zum Transporte großer Massen nicht eignet. Das Boot wurde von einem Schiffer in der Weise bewegt, daß derselbe, im Vorderteile des Bootes sitzend, sich mit beiden Händen an einem in der Firste ausgespannten Drahtseile fortarbeitete.

1) Glückauf. Essen 1902, S. 73. — Österr. Zeitschr. 1902, S. 521.

2) Hartmann, Bergbaukunde, S. 285. — Karstens Archiv f. B. u. H. Bd. 4 H. 2, S. 167—175. — Ebenda Bd. 4, H. 2, S. 168.

## 2. Abwärts gehende Förderung.

## 4. Kapitel.

## Bremsberge.

52. **Allgemeines über Bremsberge** <sup>1)</sup>. — Unter Bremsberg versteht man eine schiefe Ebene, auf welcher die Förderung an einem Seile oder einer Kette herabgelassen und die leere Last mit Hilfe des Herabgleitungstriebes entweder direkt oder durch ein Gegengewicht aufwärts gezogen wird.

Über die Herstellung der Bremsberge ist das nötige im III. Abschn., 67 gesagt, auch über die Neigung derselben einiges bemerkt. Hier sind dieselben als Förderanlagen spezieller zu besprechen.

Die geringste Neigung eines Bremsberges, bei welcher die volle Last noch imstande ist, die leere heraufzuziehen, würde sich nach den Gesetzen der schiefen Ebene berechnen lassen. Bei der Schwierigkeit indes, die einschlagenden Faktoren, besonders die Reibungswiderstände, richtig zu beurteilen, ist eine solche Berechnung unzuverlässig. In der Praxis schwankt diese Minimalleistung zwischen 2° und 10°, je nach der Länge des Bremsberges, bezw. des leeren Seilgewichtes und der Anzahl der herabgehenden Wagen.

Da man auf der einen Seite als Zugkraft den Herabgleitungstrieb, also, abgesehen von den Reibungswiderständen,

$$Z_1 = (W + L) \sin \alpha$$

( $W$  = Gewicht des Wagens,  $L$  = Gewicht der Ladung,  $\alpha$  = Neigungswinkel) und auf der anderen Seite

$$Z_2 = W \sin \alpha + S$$

( $S$  = Seilgewicht) hat, so läßt sich aus diesen Formeln ersehen, welche Mittel zur Verfügung stehen, um bei dem geringsten gegebenen Neigungswinkel noch einen Überschuß an Herabgleitungstrieb zu behalten.

In erster Linie kann man danach  $L$  durch die Anzahl der Wagen vergrößern und werden in England bei einer Neigung von 1 : 14 bis 1 : 18 auf 600 bis 700 m langen Bremsbergen Züge von 24 bis 26 Wagen abgebremst <sup>2)</sup>.

Sodann läßt sich das Seilgewicht bis zu einem gewissen Grade ausgleichen, was gewöhnlich durch konische Bremskörbe geschieht, auf Zeche Hasewinkel in Westfalen auch durch untergehängte Ketten (Unterseil) versucht ist.

1) W. Schulz. Glückauf 1891, S. 465.

2) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 60.

Endlich hat man in mächtigen Flötzen bisweilen, über Tage aber meistens Gelegenheit, den Neigungswinkel  $\alpha$  am Kopfe des Bremsberges zu vergrößern, so dass die Sohle desselben mehr oder weniger eine Kettenlinie bildet<sup>1)</sup>. Dadurch wird  $(W + L) \sin \alpha$  im Anfange des Abwärtsgehens vergrößert, nimmt aber allmählich ab, während die Zugkraft des herabgehenden Seiles in demselben Maße zunimmt.

Auf der andern Seite ist die Seillast im Anfange des Aufwärtsgehens am größten, nimmt aber nach oben hin ab, während gleichzeitig der Wert  $W \sin \alpha$  zunimmt.

Man unterscheidet:

- A. zweitrümmige Bremsberge.
- B. einrümmige Bremsberge,
  - a. mit nebenlaufendem,
  - b. mit unterlaufendem Gegengewicht.

Bei einer Neigung der Bremsberge bis zu  $20^\circ$  können die Wagen direkt auf den Schienen laufen, darüber hinaus muß man Bremsgestelle anwenden.

53. **Bremsgestelle.** — Die Bremsgestelle oder Bremsböcke sind Gerüste von Holz oder Eisen, welche eine Plattform zur Aufnahme der

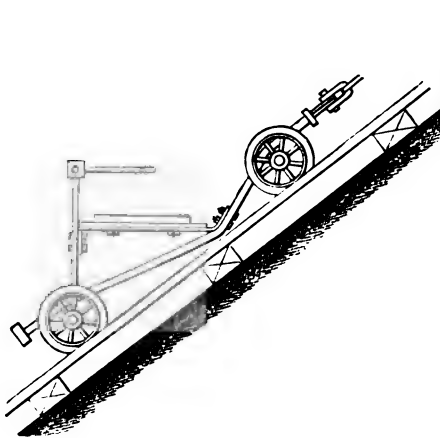


Fig. 349. Eisernes Bremsgestell.

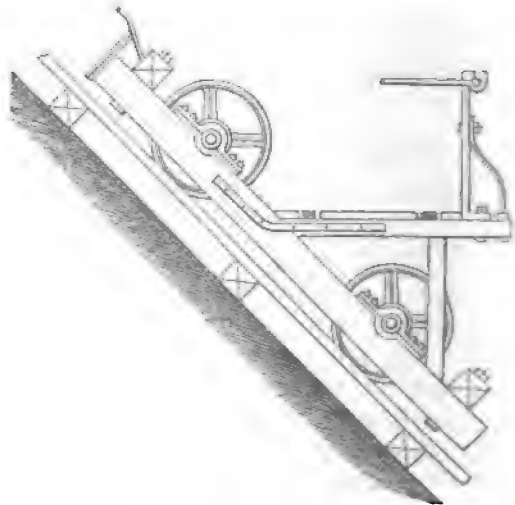


Fig. 350. Hölzernes Bremsgestell.

Förderwagen haben und auf vier gleich großen Rädern laufen. Nur bei sehr flachem Einfallen sind die Räder von verschiedener Größe und

1. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1884, S. 3; 1883, S. 539. — Jahrb. d. k. k. Bergakad. Bd. 31, S. 1.

direkt unter der Plattform wie bei einem gewöhnlichen Gestellwagen angebracht.

Als Beispiel eines eisernen Bremsbockes für schwache Flötze, wie er auf der Grube Sellerbeck in Westfalen in Gebrauch ist, dient Fig. 349, während Fig. 350 einen hölzernen Bremsbock von Zeche Holland in Westfalen darstellt.

Dieselben sind alle für ein und dasselbe Flötzfallen bestimmt und müßte man deshalb, um Störungen zu vermeiden, so viele Bremsgestelle in Vorrat haben, als verschiedene Fallwinkel in der Grube vorkommen. Um dieses zu vermeiden, hat Köpe<sup>1)</sup> auf Zeche Hannover in Westfalen ein Gestell gebaut, welches leicht jedem beliebigen Fallwinkel angepaßt werden kann (Fig. 351). An diesem Gestelle haben die Räder etwas Spielraum und doppelte Spurkränze, um bei ungleicher Spurweite Entgleisungen zu verhüten.

Bei sehr steilem Einfallen wendet man Bremsschlitten (Fig. 352) an, welche auf

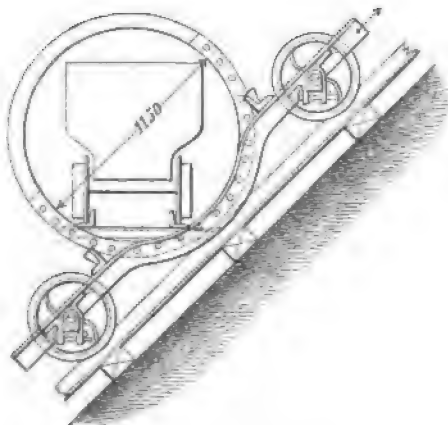


Fig. 351. Bremsgestell von Köpe.

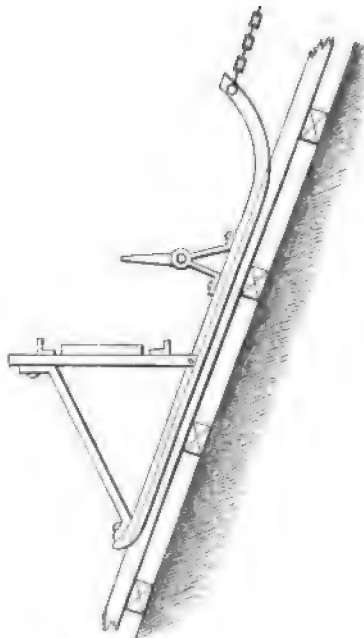


Fig. 352. Bremsschlitten.

Latten von Buchenholz laufen. Die Schienen bestehen aus L-Eisen.

Ist gleichzeitig das Flötz sehr schwach, so bedient man sich auch langer hölzerner Kasten vom Rauminhalte eines Wagens, welche oben offen, unten mit einer Schütze versehen sind und in untergestellte Wagen entleert werden<sup>2)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 273.

2) Ebenda 1869, Bd. 17, S. 76.

Für lange Bremsberge wendet man treppenartige Gestelle an, welche zwei oder mehr Wagen gleichzeitig tragen können.

54. **Gegengewichte.** — Die Gegengewichte werden bei eintrümmigen Bremsbergen angewendet und müssen einschließlich Seil etwas leichter sein, als der Herabgleitungstrieb der vollen Last, damit durch ihr Hinaufziehen der überschüssige Teil des Herabgleitungstriebes in ihnen aufgespeichert wird.

Um demnächst die leere Last plus Seilgewicht aufwärts ziehen zu können, muß das Gegengewicht schwerer sein als diese.

Da man die Gegengewichte außerdem häufig von einem Bremsberge zum andern zu schaffen hat, so müssen sie aus einzelnen, nicht zu schweren Teilen zusammengesetzt sein.

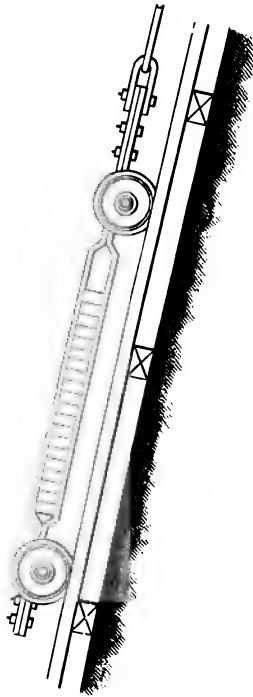


Fig. 353. Gegengewicht.

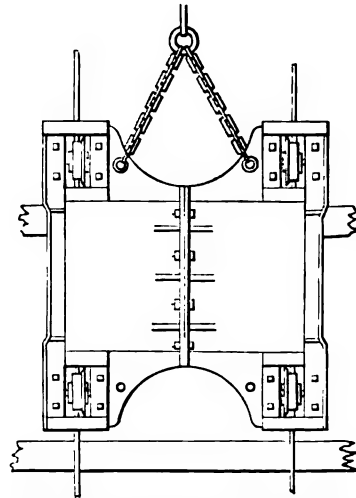


Fig. 354. (Grundriß.) Gegengewicht.

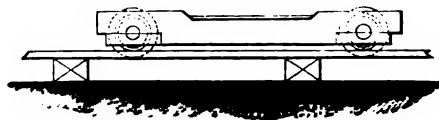


Fig. 355. (Aufriß.)

Die einfachsten (nebenlaufenden) Gegengewichte sind Wagen mit eingeladenen alten Gußstücken u. s. w.

Unterlaufende Gegengewichte müssen niedrig gehalten werden, damit Bremsbock und Bremsberg eine möglichst geringe Höhe bekommen können.

Zweckmäßige Gegengewichte dieser Art sind in den Fig. 353, 354 und 355 dargestellt. Bei dem unteren Gegengewichte befindet sich zwischen zwei Doppelrahmen, welche leicht auseinander geschraubt werden können, eine Anzahl Eisenblöcke von je 25 kg Gewicht, während das letztere aus mehreren Teilen zusammengeschraubt ist.

55. **Bremshassel.** — Der Bremshassel besteht aus den Seiltrommeln, oder aus einer einfachen Scheibe, immer aber muß eine Scheibe mit aufgelegter Bremse vorhanden sein. Diese ist entweder eine einfache oder doppelte Backenbremse, oder eine eiserne Bandbremse, an welcher zweckmäßig ein Holzfutter mit Schrauben befestigt ist. Die Bremsen werden durch ein angehängtes Gewicht selbsttätig geschlossen, erst durch Anheben des Gewichtes mittels eines Hebels darf die Bewegung erfolgen.

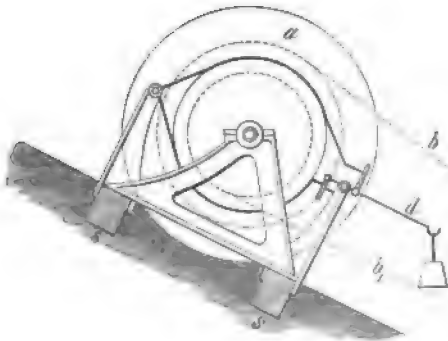


Fig. 356.  
Bremshassel.



Fig. 357.  
Eiserne Scheibenbremse.

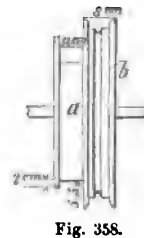


Fig. 358.  
Hölzerne  
Scheibenbremse.

Fig. 356 zeigt eine Bremse mit Bobinen oder Bandseilkörben, wie sie in Saarbrücken angewendet wird. Der ganze Apparat ist an zwei gut verstreuten Schwellen *s* befestigt und besteht aus dem Korb *a*, von welchem das Bandseil *b* nach der Förderlast geht, aus dem kleineren Korb für das Gegengewichtsseil *b*<sub>1</sub>, sowie aus einer Bremsscheibe mit der Bandbremse *d*.

In schnell vorrückenden Aufbauen, bei schwebendem Abbau u. s. w. wendet man häufig Scheibenbremsen an, weil sie einfacher und leichter zu versetzen sind. Dieselben sind meistens von Eisen, aber auch von Holz. Bei der eisernen Scheibenbremse (Fig. 357) ist *a* der Bremskranz (14 cm breit), *b* die Nut für das Seil; der Kranz hat 6 Speichen.

Bei der hölzernen Scheibenbremse von Zeche Altendorf in Westfalen (Fig. 358) ist *a* die Bremsscheibe, *b* die Seilscheibe mit Nut.

Die Achsen der Scheiben liegen bei unterlaufendem Gegengewichte horizontal, so daß das Seil für das Bremsgestell oben, das Gegengewichts-

seil unten abläuft. Bei nebenlaufendem Gegengewichte, oder bei zwei-trümmigen Bremsbergen steht die Achse rechtwinklig zur Flötzebene, so daß die Scheibe parallel derselben liegt. Im letzteren Falle ist der Durchmesser der Scheibe meistens so gewählt, daß die ablaufenden Seile in der Mitte der beiden Bahnen liegen.

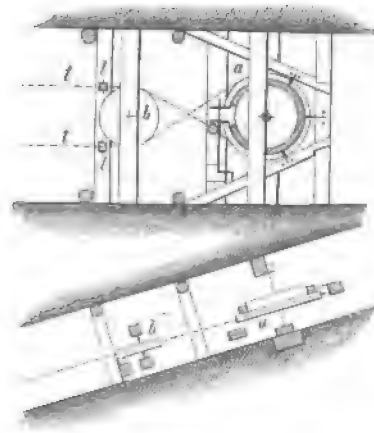


Fig. 359 u. 360. Scheibenbremse zu Leoben.

Ist bei einfachem Umlegen ein Rutschen zu befürchten, so legt man in die Nut entweder ein altes Hanfseil oder Leder<sup>1)</sup> ein, oder man führt das Seil noch über eine zweite Scheibe, nachdem man dasselbe, um das Reiben am Kreuzpunkte zu vermeiden,  $1\frac{1}{2}$ -mal umgelegt hat. Ein Beispiel dieser Art, welches gleichzeitig die Befestigung der Scheibe ersichtlich macht, zeigt ein zu Leoben<sup>2)</sup> ausgeführter Bremsberg (Fig. 359 u. 360). Nachdem das Seil die Bremsscheibe *a* verlassen hat, deren Durchmesser in diesem Falle größer ist, als die Entfernung der Bahnmittel, wird es kreuzweise um die Scheibe *b* geführt und hinter derselben von zwei Rollen *l* getragen.

Auf Zeche Altendorf ist die Achse der oben erwähnten hölzernen

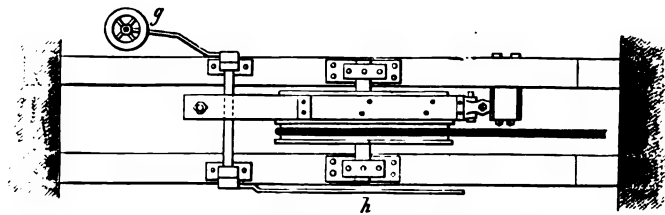


Fig. 361. Scheibenbremse von Zeche Altendorf (Grundriß).

Bremsscheibe horizontal gelegt und in der aus den Fig. 361 und 362 ersichtlichen Weise verlagert. Mit dem Hebel *h* wird das Gewicht *g* gehoben und gleichzeitig die Bandbremse gelüftet.

Gruner<sup>3)</sup> hat eine Scheibenbremse vorgeschlagen, welche ganz nach

1) Glückauf. Essen 1902, S. 468.

2) v. Hauer a. a. O. II, S. 761, Fig. 1119.

3) Bull. de la soc. de l'ind. minérale 1855/56, Bd. 1, S. 408. — v. Hauer a. a. O. II, S. 761, Fig. 1140, 1141.

Art der festen Rollen von einem Bügel umfaßt und an einem 3 cm starken Bolzen, welcher in ein 60 cm tief in die Sohle gebohrtes Loch getrieben ist, angehängt wird. Über andere Einrichtungen vergleiche v. Hauer a. a. O. S. 761 bis 773 und Glückauf, Essen 1902, S. 467.

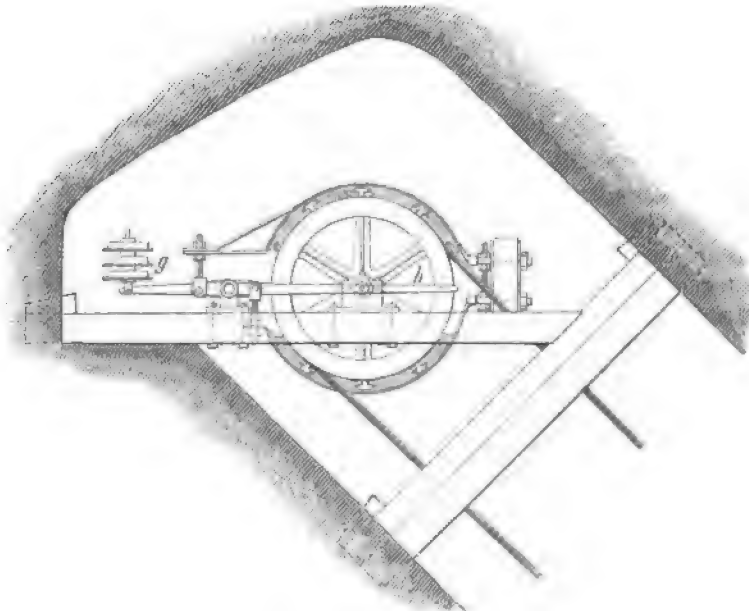


Fig. 362. Scheibenbremse von Zeche Altendorf (Aufriß).

In Belgien findet sowohl für Bremsberge, als auch für maschinelle Förderung die Fowlersche Klappenscheibe eine ausgedehnte Anwendung<sup>1)</sup>. Ihre Nut wird durch eine doppelte Reihe von Klappen gebildet, welche das Seil zwischen sich festklemmen, und zwar um so fester, je stärker der Zug in demselben ist. Eine halbe Umwicklung des Seiles genügt infolgedessen, um ein Gleiten ganz unmöglich zu machen. Der Seilverschleiß ist deshalb nicht größer, als bei gewöhnlichen Nutenscheiben, weil der gänzliche Ausschluß des Gleitens die durch das Einklemmen etwa verursachte Beschädigung wieder ausgleicht.

Bei nicht zu steiler Lagerung soll sich im Aachener Bezirk eine Bremse aus fahrbarem und an den Bremsbergschienen zu befestigendem Gestell sehr gut bewährt haben<sup>2)</sup>.

1) Ch. Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885, S. 345, Fig. 267, 268.

2) Glückauf. Essen 1902, S. 468.



**56. Zweitrümmige Bremsberge.** — Die zweitrümmigen oder doppelt wirkenden Bremsberge haben zwei Gleise. Auf dem einen wird die volle Last abgebremst, während gleichzeitig auf dem andern die leere heraufgezogen wird.

Muß man den Bremsberg wegen starkem Druck möglichst schmal halten, so kommt man mit 2 oder 3 Schienen und einer Ausweichestelle aus, wie bei der mit Pausen arbeitenden Förderung mit Seil ohne Ende (vergl. Fig. 322, 323, 324).

Zweitrümmige Bremsberge eignen sich nur für solche Fälle, wo die Förderung am oberen Ende zusammenkommt, ergeben dann aber auch die doppelte Leistung der einrümmigen.

**57. Einrümmige Bremsberge.** — Dieselben werden angewendet, wenn die Förderung an mehreren Punkten aufzunehmen ist, wie z. B. bei Pfeilerbau, wo mehrere Abbaustrecken in den Bremsberg münden.

Einrümmige Bremsberge haben nur je ein Fördergleis (Trumm). Die auf demselben hinabgehende Last zieht ein Gegengewicht (plus Seillast) nach oben. Die im letzteren dadurch aufgesammelte Kraft wird beim Aufziehen der leeren Last (plus Seilgewicht) wieder ausgegeben.

Geschieht der Abbau vom Bremsberge aus einflügelig (III. 67, Absatz 5), so werden — wenn es die geringe Mächtigkeit des Flötzes und der Druck des Hangenden erlaubt, die nötige Breite zu geben — Gegengewichte angewendet, welche auf einem besonderen Gleise neben dem Fördergleise laufen. Auf der Seite des letzteren münden die Abbaustrecken, mit deren Förderbahn die auf der Plattform des Bremsbockes befindlichen Schienen genau übereinstimmen müssen.

Zur Not lassen sich Bremsberge mit nebenlaufendem Gegengewichte auch für zweiflügeligen Abbau verwenden, indem man bei steilem Einfallen den Bremsberg im Liegenden verumbrucht und so die Förderung aus beiden Flügeln auf dieselbe Seite des Bremsberges bringt.

Bei flachem Einfallen, wobei ein Gestell nicht in Anwendung kommt, kann man zu demselben Zwecke die Förderbahnen der Abbaustrecken in Gestalt von eisernen Platten durch den Bremsberg hindurchgehen lassen und die über diesen »Vertischen« liegenden Gleisestücke zum Aufklappen einrichten. Allerdings sind diese beweglichen Schienenstücke der Abnutzung sehr ausgesetzt und geben zu häufigen Entgleisungen Veranlassung. Auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg sind, um den Transport der Wagen aus den Abbaustrecken auf die geneigte Sohle des Bremsberges zu erleichtern, in den letzteren bewegliche Schwenkbühnen<sup>1)</sup> angebracht. Die beweglichen Gleisestücke liegen auf einer Tafel, welche um eine in der Richtung der Abbaustrecke unter derselben angebrachte

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 271, Taf. 17, Fig. 9 und 10. Über eine eiserne Schwenkbühne von Ch. Ruidant zu Montigny s. Sambre bei Charleroi s. Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 220. — Revue univ. III, 2 (1888), S. 79.

Achse drehbar ist und auf zwei, in kleinen Zylindern dicht schließenden, mit der Platte durch bewegliche Stangen verbundenen Lederkolben ruht.

Die Zylinder sind unter dem Kolben mit Seifenwasser gefüllt und durch ein Rohr, in welches ein Hahn eingeschaltet ist, verbunden. Die Luft wird beim Füllen der Zylinder durch zwei kleine, mit einer Schraube verschließbare Öffnungen herausgelassen.

Soll ein Wagen aufgeschoben werden, so wird der Hahn in dem Verbindungsrohre geöffnet, die Platte durch Drehen um ihre Achse in horizontale Lage gebracht, sodann der auf der Platte stehende leere Wagen abgezogen, der volle aufgeschoben, in die Richtung des Bremsberges gedreht und dabei auf die vertieft angebrachten Gleise gesetzt. Sodann wird der Wagen am Seile befestigt, die Platte wiederum in die Ebene des Bremsberges gedrückt, durch Schließen des Hahnes in dieser Stellung befestigt und der Wagen abgebremst.

Auf Zeche Glückauf in Westfalen<sup>1)</sup> werden vor den Abbaustrecken in das Fördergleis des Bremsberges eiserne Wechselplatten (mit aufgegossenen Eckrippen und Ring in der Mitte) eingeschaltet und das letzte Ende der Förderbahn so schräg gelegt, daß die Schienen derselben direkt an die Wechselplatte anschließen. Allerdings beträgt das Einfallen des Flötzes nur 8 bis 12°.

Eine für alle Neigungen verstellbare Drehscheibe zum Drehen von Gleiswagen aus der horizontalen in die geneigte Ebene und umgekehrt ist dem Berginspektor Best patentiert<sup>2)</sup>, welche, wenn sie sich praktisch bewähren sollte, sehr zweckmäßig erscheint.

Für zweiflügeligen Abbau werden die Bremsberge so eingerichtet, daß das Gestelle die ganze Breite derselben ausfüllt, während das Gegengewicht unter dem Gestelle läuft. Das Aufschieben der vollen, bezw. das Abziehen der leeren Wagen geschieht dabei auf beiden Seiten des Bremsberges. Die Bahn für das Gegengewicht liegt zwischen den Gleisen der Förderbahn und zwar entweder in gleicher Höhe mit derselben oder, wenn man an Höhe sparen muß, etwas tiefer.

Nach einer der Firma R. W. Dinnenthal, Kunstwerker Hütte bei Steele (Rheinpreußen) patentierten Einrichtung (D. R. P. Nr. 36460) haben die eintrümmigen Bremsberge nur ein Gleis, in welches am Orte der Begegnung von Bremsgestelle und unterlaufendem Gegengewichte eine feste Weiche eingeschaltet ist. Die auf den Achsen verschiebbaren und mit doppelten Spurkränzen versehenen Räder des Bremsgestelles laufen in der Weiche auf den äußeren, die Gegengewichtsräder mit inneren Spurkränzen auf den inneren Schienen.

**58. Seile und Ketten beim Bremsbergbetriebe.** — Für lange Bremsberge kommen ausschließlich Seile in Anwendung und zwar vorwiegend

1) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 107.

2) Berg- u. H. Ztg. 1901, S. 432.

runde Seile aus Eisen- oder Stahldraht, welche zweckmäßig aus abgelegten Schachtseilen hergestellt werden.

Für kürzere Längen werden an einigen Orten die Ketten den Seilen vorgezogen, da sie gegen die beim Anziehen der Bremse eintretenden Stöße größere Sicherheit gewähren sollen<sup>1)</sup>.

Auf der Königin-Luisengrube in Zabrze O./S. hat man ein Bremsseil angewendet, dessen einzelne Drähte mit Hanf umspinnen sind. Durch längeres Kochen des fertigen Seiles in einer aus Teer und Öl zusammengesetzten Schmiermasse war der Hanf mit Fett vollständig durchsetzt. Das 14 mm starke Seil zeigte sich nach zweimonatlichem Gebrauche in einem lebhaft betriebenen Bremsberge von 10° Einfallen und 160 m Länge noch fast unversehrt und ohne jede Schmierung noch sehr geschmeidig. Es dürfte die noch ziemlich erhaltene Hanfumhüllung nicht unwesentlich zu diesem günstigen Resultate beigetragen haben.

**59. Bremsbergförderung mit Seil oder Kette ohne Ende.** — Bei einem Einfallen von nur 4° hat man auf der Grube König bei Saarbrücken<sup>2)</sup> in einem Bremsberge von 530 m flacher Teufe eine Kette ohne Ende angewendet, von welcher 1 m 3,8 kg wiegt. Auf den Wagen befinden sich Gabeln, in welche sich die Kettenglieder einlegen.

Um einen gleichmäßigen Abstand der Wagen von 15 m zu ermöglichen, hat man 15 m unter jedem Anschlagpunkte einen Winkelhebel angebracht, dessen einer Arm von dem darüber hinlaufenden Wagen niedergedrückt wird, während der andere Arm eine Schelle in Bewegung setzt. Die Geschwindigkeit der Kette beträgt 1 m.<sup>3)</sup>

Auch für diese Bremsbergförderung wendet man statt der Kette ein Seil ohne Ende an, welches sich in exzentrisch drehbare Gabeln legt.

**60. Verschluss der Bremsberge<sup>4)</sup>.** — Besonders bei steil einfallenden Bremsbergen kommt es häufig vor, daß unachtsame Schlepper den Wagen in den Bremsberg hineinschieben und infolgedessen selbst mit hineinstürzen. Es besteht deshalb die Vorschrift, daß der Zugang zum Bremsberge durch einen Schlagbaum geschlossen gehalten werden soll. Da die Schlepper aber derartige Vorrichtungen häufig offen lassen und dieselben deshalb ihren Zweck nicht erfüllen können, so hat man sich bemüht, selbsttätige Verschlüsse anzubringen.

Bei dem auf Zeche Bruchstraße bei Langendreer angewendeten Brunnerschen Verschlusse<sup>5)</sup> wird durch den Bremsbock ein den Brems-

1) v. Hauer a. a. O. I, S. 447.

2) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 257; 1882, Bd. 30, S. 244.

3) Ebenda.

4) Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 22; 1888, S. 166. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, Nr. 4; 1891, S. 74. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 220. (Bremsbergverschluss von Tomson, Zeche Gneisenau im Westf.)

5) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 271.

berg verschließender Schlagbaum, nachdem er vom Arbeiter gehoben ist, festgehalten und fällt demnächst von selbst wieder zu.

Eine andere einfache Vorrichtung<sup>1)</sup> ist ein eiserner Bügel, welcher kurz vor dem Bremsberge in der Strecke angebracht und gut befestigt ist (Fig. 363). Der Wagen geht durch den Bügel hindurch, kippt er aber vorne in den Bremsberg hinein, so wird er am hinteren Ende vom Bügel festgehalten. Besonders für die langgebauten westfälischen Wagen erscheint ein solches »Joch« sehr zweckmäßig.

Ein ebenfalls durch Einfachheit und Zweckmäßigkeit empfehlenswerter Verschuß ist auf Zeche Borussia bei Dortmund<sup>2)</sup> eingeführt. Derselbe

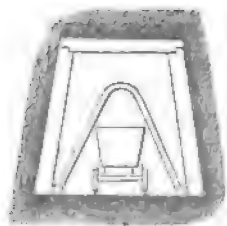


Fig. 363.

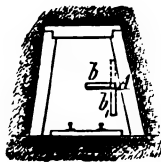
Fig. 364.  
Bremsbergverschuß.

Fig. 365.

besteht aus einer eisernen Stange *A* (Fig. 364 u. 365), deren Enden *b* und *b'* wie Haspelhörner umgebogen sind und einen Winkel von  $90^\circ$  einschließen. Die Stange dreht sich in den Lagern *a* und *a'* und hat eine solche Länge, daß zwischen den Armen *b* und *b'* ein Förderwagen bequem Platz findet.

Bei der in den Fig. 364 u. 365 angegebenen Stellung des Verschlusses dient der Arm *b* als Schlagbaum für den Bremsberg. Will der Schlepper seinen Wagen aufschieben, so muß er den Arm *b* in die punktierte Stellung (Fig. 364) drehen, womit aber gleichzeitig der andere, nach unten hängende Arm *b'* in horizontale Lage gebracht wird, dem Schlepper den Rückweg versperrt und ihn deshalb zwingt, nach vollendetem Wagenwechsel den Arm *b* wieder in die horizontale Lage, bzw. den Arm *b'* abwärts zu drehen, so daß der stete Verschuß des Bremsberges unabhängig von der Achtsamkeit des Fördermannes unbedingt erzwungen ist.

Auch auf der Zeche Hibernia bei Gelsenkirchen hat sich ein selbsttätiger Bremsbergverschuß bewährt<sup>3)</sup>.

Ohne jede mechanische Vorrichtung erreicht man denselben Zweck;

<sup>1)</sup> Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 160.

<sup>2)</sup> Ebenda 1882, Bd. 30, S. 245.

<sup>3)</sup> Ebenda 1882, Bd. 30, S. 245.

wenn man die Förderbahn kurz vor der Einmündung in den Bremsberg etwas seitlich verrückt, wie es u. a. auf der Zeche Ver. Mansfeld in Westfalen geschehen ist<sup>1)</sup>.

Der dem Betriebsführer Hirtz und dem Fahrsteiger Peisen in Mariadorf (Rhld.) patentierte Sicherheitsriegel für Anschlagpunkte an Bremsschächten und Bremsbergen besteht aus einer unmittelbar vor dem Bremsschachte angebrachten Grundplatte, durch deren aufgebogene beiden Enden eine quadratisch geformte, an der Bremsbergseite spiralig gewundene Eisenstange gesteckt ist. Der Winkel an der Bremsbergseite hat eine quadratische, der andere eine runde Öffnung. Hinter dem, dem Bremsberge abgewendeten Winkel ist die Eisenstange mit einem, auf der rechten Schiene aufliegenden Hemmschuh fest verbunden. Kommt der Schlepper vor dem Bremsberge an, so verhindert der Hemmschuh das Abziehen des Hutes. Wird aber die Eisenstange vorgeschoben, so zwingt der spiralig gewundene Teil die Eisenstange zu einer Drehung, welche das runde Loch in dem ersten Winkel auch gestattet. Gleichzeitig wird aber der mit der Eisenstange fest verbundene Hemmschuh mit herumgedreht und von der Schiene abgehoben, wodurch die Bahn frei wird. Nach dem Huntewechsel wird der Riegel wieder vorgezogen, das Fördergestell, welches vorher von dem Riegel arretiert war, wird gleichfalls frei, der Hemmschuh sperrt aber wieder das Gleis. Über eine Reihe ähnlicher Verschlüsse vergl. Glückauf, Essen 1902, S. 470 ff.

Bei steilem Einfallen werden die Bremsberge zu Bremsschächten.

**61. Ausnutzung der Bremskraft.** — Besonders in Flötzen von steilem Einfallen wird durch das Auflegen der Bremse eine nicht unbedeutende Menge von Kraft vernichtet, und es erscheint zweckmäßig, diese Kraft durch einfache und zweckentsprechende Einrichtungen für andere Zwecke nutzbar zu machen.

Hat man am Kopfe des Bremsberges eine Horizontalförderung, so kann man, wie es auf Königsgrube (Oberschlesien) geschehen ist, durch Seilübertragung eine maschinelle Streckenförderung, etwa mit Seil ohne Ende und intermittierender Bewegung, einrichten. Die Übersetzung der Kraft muß natürlich in der Weise geschehen, daß die Förderwege im Bremsberge und in der Strecke in gleichen Zeiträumen zurückgelegt werden.

Auf der Grube Kronprinz bei Saarbrücken<sup>2)</sup> und auf Mariemont und Bascoup hat man in ähnlicher Weise die Kettenförderung in Bremsbergen von nicht über 30° Einfallen mit den Ketten in den Hauptstrecken in Verbindung gebracht und dadurch in den letzteren eine automotorische Kettenförderung eingerichtet<sup>3)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 256.

2) Ebenda S. 252.

3) R. Wabner, Z. Oberschl. B.- u. H.-V. 1891, S. 218.

Setzt man das Gewicht eines leeren Förderwagens = 250 kg, das Gewicht der Ladung = 500 kg, dasjenige von 20 m Kette à 5 kg = 100 kg, den Reibungskoeffizienten nach den Untersuchungen auf von der Heydt bei Saarbrücken = 0,01 und den Fallwinkel =  $30^\circ$ , so ist nach Vogel<sup>1)</sup> die Länge der horizontalen Bahn, welche beim Abbremsen eines Wagens 1 m der Bremsbergbahn das Gleichgewicht hält, bei gewöhnlichen Verhältnissen 10 m, bei sehr guter Erhaltung der bewegten Teile etwa 20 m<sup>2)</sup>.

Auf Grube Rheinpreußen bei Homberg a. Rh. betrieb man mit der Bremsmaschine in einem seigeren Bremsschachte eine Pumpe, welche das Wasser aus der Wetterstreckensohle 250 m hoch zu Tage drückte und dabei eine effektive Arbeit von 2,6 Pfd. leistete. Das Wasser wurde aus dem Sammelbehälter durch 64 mm weite Rohrleitungen wieder in die Grube geführt und zum Betriebe kleiner Arbeitsmaschinen, Bohrmaschinen, sowie zur Sonderventilation (s. d.) mittels Strahlapparaten nutzbar gemacht<sup>3)</sup>.

In Saarbrücken hat man den überschießenden Herabgleitungstrieb eines Bremsberges dazu benutzt, um aus einer darunter liegenden einfallenden Strecke je einen vollen Wagen herauf und einen leeren hinab zu befördern, indem man die Seile der einfallenden Strecken durch eine Schutzwand hindurch direkt mit denen des Bremsberges verband<sup>4)</sup>. Sind die Längen nicht, wie in diesem Falle, einander gleich, so kann man, wie auf Kronprinz Friedrich Wilhelm<sup>5)</sup>, einen besonderen Seilkorb von entsprechendem Durchmesser mit dem Bremswerke direkt oder durch Übertragung verbinden und die Seile durch den Bremsberg gehen lassen.

Bremsberge mit Rücklaufbahn<sup>6)</sup>, bei welchen auf der Zuförderstrecke zwei Gleise mit entgegengesetztem Einfallen liegen, können in größerer Ausführung nur über Tage angelegt werden. Auf der einen Bahn laufen die vollen Wagen dem Bremsberge selbsttätig zu, auf der andern höher liegenden Bahn leer wieder zurück. Auf diese größere Höhe werden die leeren Wagen mit der am Bremsberge erzeugten Arbeit durch einen mit dem Bremsberge mittels Übertragung in Verbindung stehenden Hilfsaufzug emporgeschafft.

Bei einer im Seegraben bei Loeben<sup>7)</sup> angebrachten Rücklaufbahn beträgt das Gewicht des leeren Wagens 280 kg, das der Ladung 600 kg. Der

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 403.

2) Eugen Braun, Die Kettenförderung. Freiberg 1887, S. 64.

3) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 252.

4) Ebenda 1861, Bd. 9, S. 207.

5) Ebenda 1862, Bd. 10, S. 207.

6) v. Hauer a. a. O. II, S. 789. — Burat, Material des Steinkohlengebirges. Deutsch von Hartmann. S. 371.

7) v. Hauer a. a. O. II, S. 782. — v. Arbesser, Über Schmueds Bremsberge mit Rücklaufbahn. Jahrb. der k. k. Bergakad. 1874, Bd. 22, S. 200.

Bremsberg ist 132 m, die Aufzugbahn für die leeren Wagen 8,5 m lang, die Neigung beider beträgt  $30^\circ$ , die Länge der Zu- und Rücklaufbahn je 260 m, ihr mittleres Gefälle daher 16 : 1000.

### 3. Aufwärts gehende Streckenförderung.

**62. Allgemeines.** — Aufwärts gehende Streckenförderung kommt in einfallenden Strecken (Flache in der Provinz Sachsen) aus Unterwerksbauen (III. Abschn. 28) vor. Haben die Strecken ein steiles Einfallen, so geht die Förderung allmählich in solche aus Gesenken, bzw. in die bei der Schachtförderung zu beschreibenden Methoden über.

Ist das Einfallen stärker als  $20^\circ$ , so sind, wie bei Bremsbergen, Gestelle mit einem und mehreren Wagen anzuwenden; in letzterem Falle ist die Plattform treppenförmig. Bei flacherem Einfallen laufen die Wagen entweder einzeln oder in Zügen direkt auf den Schienen.

Die Verbindung der Wagen unter sich und mit dem Seile geschieht wie bei der Pferde- und maschinellen Streckenförderung, mit Koppelketten, bzw. -Haken. Bei langen

Zügen und steilerem Einfallen soll man jedoch wenigstens den zweiten oder vierten Wagen außerdem noch direkt mit dem Seile verbinden, um eine übermäßige Belastung der obersten Koppelketten zu vermeiden. Zu dem Zwecke läßt man entweder Ketten vom Seile ausgehen und hängt in dieselben die einzelnen, an den Wagen befindlichen Ketten ein, oder

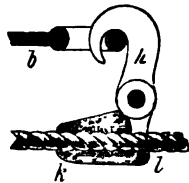


Fig. 366.  
Verbindung der Förderwagen mit dem Seile bei aufwärts gehender Streckenförderung.



Fig. 367.

besser man läßt das Seil selbst unter dem Zuge hindurchgehen<sup>1)</sup>. Es werden dann Knoten *k* (Fig. 366 u. 367) gebildet, indem man Eisenringe mit Draht umwickelt. Neben dem Knoten befindet sich der Bügel *l*, welcher mit einem Haken *h* in die Öse der Zugstange *b* eingreift.

Ebenso kann das untere Ende des Seiles aus einer Kette bestehen, in deren aufrecht stehenden Gliedern kurze Zugketten mit Haken befestigt sind.

Um das Durchgehen der aufwärts fahrenden Wagen bei einem Seilbruche oberhalb des Zuges zu verhüten, sind in Mansfeld hinter dem letzten Wagen die in den Fig. 368, 369 u. 370 dargestellten Hemmvorrichtungen angebracht. Bei Fig. 368 u. 369 nimmt dieselbe beim Durchgehen des Wagens die punktierte Lage ein, wobei sich die beiden Hörner gegen die Sohle stemmen. Bei der Einrichtung in Fig. 370 stellt sich im nämlichen Falle die Klinke *k* gegen die Zähne des Schaltrades *s*, die

<sup>1)</sup> v. Hauer a. a. O. I, S. 351.

Laufräder werden gebremst und der Winkelhebel  $h$  durch den Wagen  $W$  niedergedrückt<sup>1)</sup>.

Auf einer nach der Bergehalde führenden Bahn der Grube Gerhard<sup>2)</sup> bei Saarbrücken werden für Förderung mit Seil ohne Ende in dem einen Gleise durch die aufwärts gehenden Wagen Hebel, welche durch Gegengewichte senkrecht erhalten werden, niedergedrückt, richten sich aber sofort wieder empor und fangen einen etwa sich vom Seile ablösenden Wagen auf.

Im abwärts gehenden Gleise liegen die Hebel horizontal. Reißt das Seil und laufen infolge dessen

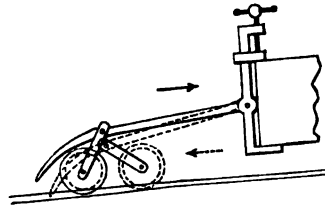


Fig. 369.

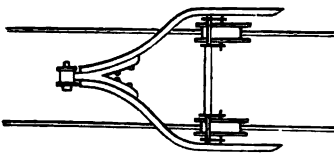


Fig. 370.

Fangvorrichtung für aufwärts gehende Kettenförderung.

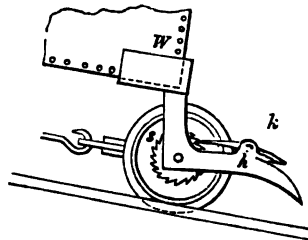


Fig. 370.

auch die Wagen im aufwärts gehenden Gleise abwärts, so stoßen dieselben gegen einen Hebel, lösen damit eine Sperrvorrichtung aus und veranlassen dadurch, daß auch die horizontalen Hebel durch Gegengewichte aufrecht gestellt werden und die in dieser Bahn herabkommen den Wagen aufhalten.

Solche Fangvorrichtungen werden in Entfernungen von 30 bis 50 m eingebaut und sowohl unter sich, als auch mit den Anschlagpunkten durch Hebel und doppelten Drahtzug verbunden, so daß sämtliche Fangvorrichtungen gleichzeitig in Wirksamkeit treten, bzw. durch die Anschläger gesetzt werden können.

Ähnliche Fangvorrichtungen sind auf den Belgischen Steinkohlengruben Mariemont und Bascoup für Kettenförderungsbahnen sowie von Th. Dach in Aruas, Asturien<sup>3)</sup>, eingerichtet.

1) Über eine Fangvorrichtung bei der Bremsbergkettenförderung auf der fiskalischen Steinkohlengrube König bei Saarbrücken vergl. Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 287.

2) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 216.

3) Glückauf. Essen 1895, S. 1283.



**63. Zweitrümmige geneigte Förderung.** — Dieselbe findet stets bei einem solchen Einfallen statt, bei welchem durch die abwärts gehenden leeren Wagen ein, die aufwärtsgehende Last zum Teil ausgleichender Überschuß an Kraft entwickelt wird. Dabei kann man die Gleise ganz so einrichten, wie bei zweitrümmigen Bremsbergen, vergl. Fig. 322, 323 u. 324.

**64. Einrümmige geneigte Förderung.** — Bei einem sehr flachen Einfallen fällt der mechanische Vorteil fort, welchen das Niedergehen der leeren Wagen bietet. Sobald dieselben eben noch imstande sind, das Seil nachzuziehen, fördert man abwechselnd die vollen Wagen aufwärts und läßt die leeren auf demselben Gleise hinab.

Auf den Anschlageplätzen gabelt sich das letztere, so daß man volle und leere Wagen ebenso bereit stellen kann, wie bei der einfach wirkenden Horizontalförderung, mit der die in Rede stehende Methode überhaupt übereinstimmt, nur das Hinterseil fehlt.

Sobald jedoch das Einfallen so gering wird, daß die leeren Wagen nicht mehr von selbst abrollen, entspricht die Förderung tatsächlich der gewöhnlichen maschinellen Streckenförderung, welche am zweckmäßigsten mit aufliegender Kette<sup>1)</sup>, bei einem Einfallen von weniger als 1 : 8 auch mit aufliegendem Seile ausgeführt werden kann. Bei unterlaufendem Seile geschieht die Befestigung der Züge am Seile nur mit dem vordersten Wagen und zwar mit Hilfe einer Seilklemme (Seilkatze)<sup>2)</sup>, in welche die Anhängerkette eingehakt wird.

**65. Förderkräfte.** — Als Förderkräfte dienen Haspel ohne und mit Vorgelege, ferner Pferdegöpel<sup>3)</sup>, Dampf-, Luft-, hydraulische und elektrische Maschinen. Dampfhaspel stellt man unter Tage auf, wenn man den Dampf unschädlich machen kann, sonst stehen sie über Tage, falls die einfallende Strecke nahe beim Schachte abgeht. Die Seile läßt man im Schachte hinabgehen und führt sie über Leitscheiben in die einfallende Strecke.

Lufthaspel sind vielfach, u. a. in der Grube Hercynia bei Vienenburg, sowie in Saarbrücken<sup>4)</sup> und England<sup>5)</sup> in Gebrauch, wenn die einfallenden Strecken oder Gesenke fern vom Schachte liegen. Eine vorteilhafte Kraftübertragung bietet auch in diesem Falle das Wasser unter Benutzung kleiner Wassersäulenmaschinen<sup>6)</sup>, sofern das Abwasser nach

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 278.

2) v. Hauer a. a. O. II, S. 596.

3) Elektr. Göpel zur Förderung auf einf. Str. im Salzw. Neu-Staßfurt, ausgeführt von Siemens & Halske. Österr. Zeitschr. 1888, S. 105. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, S. 164, 300. — Elektrotechn. Zeitschr. 9, S. 381.

4) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 1. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869, S. 308.

5) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 102.

6) Ebenda 1871, Bd. 19, S. 175; 1860, Bd. 8, S. 189; 1879, Bd. 27, S. 271 (auf 1000 m Länge in Gerhardgrube bei Saarbrücken). — Ph. Mayer in Zeitschr. d.

dem Schachte Abfluß hat, ebenso Wasserräder<sup>1)</sup>, Turbinen und hydraulische Aufzüge<sup>2)</sup>.

## II. Schachtförderung<sup>3)</sup>.

**66. Allgemeines.** — Schachtförderung ist der Transport der mit der Streckenförderung herangeschafften Massen vom Füllorte bis zur Hängebank des Schachtes, wobei stets ein volles Gefäß aufwärts und ein leeres abwärts geht.

Bei geringen Tiefen geschieht die Schachtförderung durch Haspel, bei größeren Tiefen werden Tiere (Pferde), sowie mit Dampf, Wasser u. s. w. betriebene Maschinen angewendet.

Gehen die bei der Streckenförderung gebrauchten Gefäße nicht zu Tage, so müssen sie auf Füllörtern in die Schachtgefäße umgefüllt werden, andernfalls werden die Streckengefäße entweder direkt am Seile angeschlagen, oder sie gehen in besonderen Behältern, den Fördergestellen oder Förderschalen zu Tage.

Die Verbindung der Last mit der Maschine geschieht durch Seile oder Ketten, nur bei der pneumatischen Förderung kommen dieselben gänzlich in Wegfall.

### 1. Apparate.

#### 5. Kapitel.

#### Seile und Ketten.

**67. Geschichtliches.** — Nach Agricola<sup>4)</sup> waren beim Bergbau zuerst Hanfseile in Anwendung. Am Harz<sup>5)</sup> wurden dieselben wegen ihres hohen Preises (1 Harzer Lachter = 1,9203 m kostete 2 Taler) am Anfange dieses Jahrhunderts durch Ketten (eiserne Seile) nahezu verdrängt. Die-

oberschl. B. u. H.-Ver. Bd. 27 (1888), S. 420. — Ebenda S. 386. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 15, S. 371. Über eine Förderung mittels Wasseraufzuges von J. Meyer (D. R. P. Nr. 28451) vergl. Preuß. Zeitschr. 1885, S. 230.

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 287.

2) Ebenda 1872, Bd. 20, S. 379.

3) Winding Plants for great depths. By Hans C. Behr. Institution of Mining and Metallurgy, 15. May 1902.

4) Ržiha, Tunnelbaukunst 1867, S. 345.

5) Albert, Die Berg.-Verw. d. Hann. Oberharzes in den Jahren 1831—1836; Berlin 1837, S. 215; aus Karstens Archiv Bd. X.

selben waren aber wieder zu schwer, denn ein eisernes Kettenseil von 200 Lachter mit nach der Tiefe abnehmender<sup>1)</sup> Stärke der Glieder wog 3000 Pfd., also etwa fünfmal so viel, als die gewöhnliche Last einer Treibtonne, und da außerordentlich häufig Brüche der Ketten vorkamen, so nahm einerseits der Gebrauch der Hanfseile wieder zu, andererseits bemühte man sich, durch sorgfältige Herstellung des Ketteneisens und der Kettenglieder die zahlreichen Brüche zu beseitigen, sowie durch Unterhängen von Ballast-(Unter-)seil (s. d.) das Seilgewicht auszugleichen, bis man endlich im Jahre 1834 dazu überging, Seile aus Längsdraht in derselben Weise herzustellen, wie Hanfseile.

Die somit vollzogene Erfindung unserer heutigen Drahtseile war für den gesamten Bergbau in hohem Grade epochemachend und schnell verbreiteten sich diese Seile in alle Länder. Das Verdienst der Erfindung gebührt dem Oberberggrat Albert in Clausthal. Der Maschinendirektor Mühlenpfordt (Chef des Maschinenwesens und Untergebener Alberts) macht geltend<sup>2)</sup>, daß er einen wesentlichen Anteil an der praktischen Ausführung der Albertschen Idee gehabt hat. Mühlenpfordt hat an Stelle der bisherigen Zangenwerke in dem Drahtwerke zu Königshütte am Harz Leierdrahtzüge eingeführt und somit erst die Herstellung von Draht, welcher für Drahtseile brauchbar war, ermöglicht. Auch will er die Art und Weise, »wie man Drähte zusammenschlagen könne, ohne dabei die einzelnen Drähte um ihre eigene Achse zu drehen und dadurch ihrer Haltbarkeit zu berauben«, sowie die nötigen Werkzeuge angegeben haben<sup>3)</sup>.

**68. Hanf- und Aloeseile.** — Die Hanfseile sind Rundseile für Haspelförderung und Bandseile für Schachtförderung. Die letzteren bestehen aus mehreren nebeneinander liegenden und durch Zusammennähen<sup>4)</sup> verbundenen Rundseilen.

Das Gewicht von 1 ccm Hanfseil ist ungeteert 0,001 kg, für ein geteertes Seil steigt dieses Gewicht um 10 bis 20%. Nach einer Berechnung von v. Hauer<sup>5)</sup> müßte der Querschnitt eines Hanfseiles für eine vertikale Fördertiefe von 800 m, bei einer Gesamtbelastung von 1500 kg (ausschl. Eigengewicht), einer zulässigen Belastung von 100 kg und dem Gewichte einer Volumeinheit von 0,0012 kg nicht weniger als 375 qcm sein, so daß sich ein Gewicht des ungeteerten Seiles von 39000 kg er-

1) Die verjüngten Kettenseile sind die Vorläufer der verjüngten Drahtseile (vergl. Hoppe, Bergwerke u. s. w. des Ober- u. Unterharzes. Clausthal 1883).

2) Über die Entstehung der Seile aus Eisendraht und ihre Einführung bei dem Bergbau im Oberharz von Ludwig Mühlenpfordt, emer. Maschinendirektor. Hannover, Hofbuchdruckerei der Gebr. Jänecke, 1851.

3) Hoppe in Stahl u. Eisen 1896, Nr. 12 u. 13.

4) Rittinger, Erfahrungen 1863, S. 4.

5) A. a. O. S. 23.

geben würde. Bei 800 m Schachttiefe sind also Hanfseile von konstantem Querschnitte nicht mehr brauchbar.

Setzt man dagegen das Hanfseil aus 10 Abteilungen von je 80 m Länge und abnehmendem Querschnitte zusammen, so beträgt das Gesamtgewicht nur 2110 kg oder geteert 2400 kg. Demnach sind Hanfseile nur mit abnehmendem Querschnitte für größere Tiefen anwendbar, leiden aber immer an starker Abnutzung, besonders im obersten Teile.

Aloeseile stellt man aus den Fasern der Aloe (*Agave americana*) her. Dieselben sind ungeteert um  $\frac{1}{9}$  leichter als Hanfseile und sollen in nassen Schächten länger dauern, haben aber eine geringere Zugfestigkeit als Hanfseile.

**69. Ketten.** — Ketten können, weil ihre Glieder teilweise eine Biegung erleiden, bei gleichzeitiger Einwirkung einer großen Seil- und Förderlast an der Druckstelle spröde, und auch, weil an den Schweißstellen geringere Haltbarkeit anzunehmen ist, nur mit 600 kg pro 1 qcm des Querschnittes belastet werden, während man bei Drahtseilen 1000 kg und mehr Belastung annimmt. Auch haben sie den Nachteil, daß ein plötzlicher, vorher nicht zu bemerkender Bruch eintritt, wenn auch nur ein Glied schlecht ist.

Man verwendet deshalb Ketten bei Schachtförderung nur noch als Schurz- oder Zwieselketten zur Verbindung des Fördergefäßes mit dem untersten Seilende, wenn dasselbe (bei Hängeseil) starken Biegungen ausgesetzt sein würde.

**70. Drahtseile<sup>1)</sup>.** — Die Drahtseile bestehen aus Eisen-, Stahl-, Flußeisen- und Bronzedraht, und zwar sind stets die Drähte zu Litzen und die Litzen zum Seile zusammengeflochten. Stärkere Kabel bestehen wieder aus mehreren, wie Litzen behandelten Seilen. Ferner unterscheidet man Rundseile und Bandseile. Die letzteren entstehen, wenn nebeneinander gelegte Rundseile durch Nähen<sup>2)</sup> oder Nieten unter sich befestigt werden.

Drähte und Litzen müssen recht dicht geflochten sein, denn sobald sie Spielraum haben, tritt eine starke Abnutzung durch gegenseitiges Abreiben ein, welches um so bedenklicher ist, weil man diesen, im Innern des Seiles sich vollziehenden Vorgang nicht bemerken kann, so daß plötzliche Seilbrüche eintreten.

Mehr als vier Litzen müssen deshalb um eine Seele (Kern) herumgewickelt werden. Bisweilen erhalten auch die Litzen eine Seele, welche

1) Wenderoth, Über Schachtförderseile und Seilkosten, in Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 77. — G. A. Granström, Erfahrungsergebnisse über Förderseile. Jern-Kont. Ann. 1888, S. 1. — Österr. Zeitschr. 1900, Nr. 44, 45. — Die Drahtseile. Von Josef Hrabák, k. k. Hofrat, emer. Professor der k. k. Bergakademie in Leoben. Verlag von Julius Springer in Berlin, 1902.

2) v. Rittingers Erfahrungen 1863, S. 4.

am besten aus geteertem Hanf besteht, Drahtseelen entsprechen dem eben genannten Zwecke weniger und erhöhen das Gewicht des Seiles, nicht aber dessen Haltbarkeit, weil sie nicht dieselbe Spannung haben, als die gewundenen Drähte. Eine vollkommen gleiche Spannung aller Drähte ist überhaupt die wichtigste Anforderung an ein gutes Fabrikat.

Die beste Haltbarkeit haben solche Seile, bei denen sowohl die Drähte in den Litzen, als auch die Litzen im Seile nach derselben Richtung gewunden sind (Albertschlag), nicht diejenigen, bei denen die Litzen in entgegengesetzter Richtung, wie die Drähte gewunden sind (Kreuzschlag).

Felten & Guillaume zeigten auf der Düsseldorfer Ausstellung 1902 patentierte flachlitzige und dreikantlitzige Seile. Die flachlitzigen unterscheiden sich von rundlitzigen dadurch, daß sich der Druck über eine größere Fläche verteilt und ein langsamerer Verschleiß erzielt wird. Die flachlitzigen Seile sind also ein Mittelding zwischen Flachseilen und Rundseilen. Die Seele der dreikantlitzigen Seile besteht aus drei verseilten Drähten dreikantigen Querschnitts, welche nicht nur der Litze die Form geben, sondern auch mit ihrer rechnerischen Bruchfestigkeit berücksichtigt werden dürfen<sup>1)</sup>.

Die Stärke der Drähte richtet sich im allgemeinen nach dem Durchmesser der Seilkörbe, Scheiben u. s. w., je kleiner dieser, um so dünner muß der größeren Biegsamkeit halber der Draht sein. Allerdings ist dabei wieder zu berücksichtigen, daß dünner Draht weit mehr durch Rosten leidet, als starker. Bei Förderseilen schwankt die Drahtstärke von 0,56 bis 3,40 mm (Nr. 24 bis Nr. 10 der englischen Drahtlehre) oder von 0,60 bis 3,50 mm (Nr. 1 bis 18 der französischen Drahtlehre)<sup>2)</sup>.

Nach der Stärke des Drahtes richtet sich auch der Drall, d. h. derjenige Winkel, um welchen die Drähte von der Längsachse des Seiles abweichen ( $10^{\circ}$  bis  $25^{\circ}$ ), oder auch das Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser einer Windung.

Je stärker der Drall, um so mehr wird das belastete Seil in Anspruch genommen, nähert sich aber dabei gleichzeitig der runden, für die Aufwicklung günstigsten und bei neueren Seilen deshalb ausschließlich angewendeten Form.

Bei den Haspel- und Förderseilen liegt die Anzahl der Drähte in der Regel zwischen 24 und 120, je nach der Stärke des Drahtes. Da die Anzahl der Litzen im Interesse der runden Form meistens 6 beträgt (mit einer Hanfseele in der Mitte), so kommen bei Förderseilen von 17 bis 30 mm Stärke 6 bis 20 Drähte in eine Litze<sup>3)</sup>.

1) Glückauf. Essen 1902, S. 473.

2) Die englische Drahtlehre gilt in England und Norddeutschland, die franz. für Draht und Drahtstifte in Frankreich, für letztere auch in Deutschland.

3) Riehn a. a. O. S. 240.

Das Gewicht<sup>1)</sup> der Kubikeinheit des runden Drahtseiles (8) ist für 1 cbm 3900 kg, für 1 cbmm 0,0000039 kg, d. h. gleich nahezu der Hälfte der Kubikeinheit von Rundeisen.

Der Seilquerschnitt besteht nur zu  $\frac{4}{10}$  aus reinem Eisen. Daß dennoch das Gewicht höher ist, erklärt sich leicht aus den Hanfseelen und besonders aus dem Drall der Drähte.

Das Gewicht eines laufenden Meters Seil ist

$$1) \frac{1}{2} g = 0,0076 a \delta^2$$

und bei  $\gamma = 0,0000039 \text{ kg}$  annähernd

$$2) g = 0,003 d^2.$$

Bei bekanntem Gewicht läßt sich aus diesen Formeln die Drahtstärke berechnen, denn es ergibt sich aus 1):

$$3) \delta = 11,47 \sqrt{\frac{g}{a}}.$$

Um die Tragfähigkeit der eisernen Seile zu berechnen, nimmt man die Inanspruchnahme  $J$  für 1 qmm zu 10 kg an und berechnet damit die Traglänge des Seiles, d. h. diejenige Länge, bei welcher das Seil durch sein Eigengewicht am oberen Ende die Inanspruchnahme  $J$  allein hervorruft, zu 1026 m.

Nennt man die gesamte Förderlast (Fördergefäße, Korb und Nutzlast)  $L$  und das Seilgewicht  $S$ , so ist bei gegebener Schachttiefe  $H$

$$4) \frac{S}{L} = \frac{H}{1026 - H}.$$

Zieht man von der Traglänge die Förderlast ab, so bleibt das zulässige Seilgewicht übrig. Aus 4) ergeben sich außerdem die Beziehungen zwischen Seilgewicht und Seillänge, bzw. Schachttiefe  $H$ .

Für Bandseil und Eisendraht beträgt die Traglänge 886 m, für runde Seile aus Gußstahl 1540 m, für stählerne Bandseile 1330 m, die zulässige Inanspruchnahme ist für Gußstahl 15 kg pro 1 qmm.

Die Stärke der Gußstahlseile ist in Westfalen nach Nonne durchschnittlich 37 bis 38 mm bei einem Gewichte von 5,5 kg für das laufende Meter. Die stärksten Rundseile von Gußstahl haben etwa 45 mm Durchmesser bei einem Metergewichte von 7,84 kg. Die durchschnittliche Dauer beträgt 19,4 Monate.

Bandseile aus Gußstahl haben in Westfalen ein Metergewicht von 5,0 bis 8,1 kg, eine geringste Dauer von  $5\frac{1}{3}$ , eine größte von 24, eine durchschnittliche von 12 Monaten. Die drei in Westfalen gebrauchten Alobandseile haben Metergewichte von 10,4, 11,17 und 14 kg, geringste

1) Berg- u. Hüttenkalender. Essen 1886, S. 145. — Vergl. auch Mitteil. aus den königl. techn. Versuchsanstalten. Berlin 1884, Heft 1. — Österr. Zeitschr. 1889, S. 364. — Glückauf 1889, S. 521.

Dauer des Aufliegens von bezw. 10, 18 und 8 Monaten, größte Dauer von 22, 36 und 18 Monaten.

**71. Verjüngte Seile<sup>1)</sup>.** — Um bei großen Schachttiefen an Seilgewicht zu sparen, ohne die Tragfähigkeit zu verringern, wendet man Seile an, welche von oben nach unten schwächer werden. Dabei wird der unterste Querschnitt nur nach der Förderlast berechnet, während für den oberen außerdem noch die Seillast hinzukommt. Die Verjüngung geschieht in Abteilungen, deren jede gleiche Seilstärke hat.

Nach Riehns Ermittlungen ist ein Vorteil mit verjüngten Seilen erst bei Tiefen von über 500 m zu erwarten. Von da an werden die Gewichtsverhältnisse der verjüngten Seile, gegenüber den gleichmäßig starken, schnell viel günstiger und gestatten eine Förderung aus Tiefen, in welche man mit gleichmäßig starken Seilen nicht gelangen kann.

In Pöfbram haben sich verjüngte Rundseile aus Extra-Tiegelgußstahldraht mit 180 kg Bruchfestigkeit für 1 qmm und 8 Litzen à 6 Drähten am besten bewährt. Die Seilkosten betragen für 1 tkm 1,90 kr., während sie bei Bandseilen aus Stahldraht mit 120 kg Bruchfestigkeit 0,471 mal höher sind. Allerdings ist feiner Stahldraht sehr empfindlich gegen Rost und Stöße.

**72. Verschlussene Drahtseile.** — Auf westfälischen Zechen sind seit 1892 Seile eingeführt, welche bei 66 850 kg Bruchbelastung nur 30,5 mm Stärke haben, während ein gewöhnliches Seil etwa 40,5 mm stark sein müßte. Der solide Eisenquerschnitt beträgt  $\frac{4}{5}$  von der dem Seildurchmesser entsprechenden Kreisfläche. Die Seile bestehen von innen nach außen aus einer Drahtseele von 36 Drähten, 25 Trapezdrähten, 32 Drähten und endlich 25 Profildrähten. Die Erfahrung muß zeigen, ob derartige Seile für die Schachtförderung vorteilhaft sind<sup>2)</sup>, sehr brauchbar sind sie ohne Zweifel für Tragseile bei Drahtseilbahnen, sowie als Führungsseile in Schächten.

**73. Vergleich der Drahtseile aus Eisen, Stahl und Bronze.** — Seile aus Phosphorbronze haben sich nicht bewährt, sie sind teurer, schwerer und weniger haltbar als Stahlseile.

Eiserne Seile haben bei gleicher Tragkraft ein weit größeres Gewicht, als Stahlseile und werden bei größeren Tiefen zweckmäßig durch diese ersetzt.

Bei Stahlseilen nimmt man, der geringeren Biegsamkeit wegen, möglichst viel Litzen und dünne Drähte. Auch müssen die Durchmesser des Seilkorbes und der Seilscheibe, sowie der Winkel den

1) Riehn a. a. O. S. 254. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1886, Bd. 30, S. 1102. — Österr. Zeitschr. 1890, S. 404, 416, 432; 1895, S. 193.

2) Österr. Zeitschr. 1893, Nr. 46. — Preuß. Zeitschr. 1893, Bd. 41, S. 199. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1898, S. 4.

die Richtung des vom Korbe abgehenden Seiles mit der senkrechten Richtung des im Schachte hängenden macht, größer sein, als bei eisernen Seilen.

Bei gleicher Tragfähigkeit wiegen Stahlseile nur etwa  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{5}$  von Eisenseilen und nur etwa  $\frac{1}{3}$  von Hanfseilen.

Die vielfach ausgesprochene, auf Erfahrung beruhende Behauptung, daß Gußstahlseile bei häufigen Stößen, wie sie beim Bilden von Hängeseil im Augenblicke des Anhebens vorkommen, schneller spröde und brüchig werden, als Eisendraht, ist noch nicht völlig widerlegt. Jedenfalls ist es gut, diese Stöße überhaupt möglichst zu vermeiden, indem man statt der Seilausgleichung durch Spiralkörbe (bei denen sich in Verbindung mit Etagengestellen die Bildung von Hängeseil nicht vermeiden läßt), andere Methoden der Seilausgleichung wählt, hydraulische und Kniegelenkstützen, Seilfederbüchsen u. s. w. anwendet und von Zeit zu Zeit das untere Ende abhaut.

Bei den Gußstahlseilen hat die richtige Auswahl des Materials einen wesentlichen Einfluß auf die in Rede stehende Frage. Seitdem man, unter Hinzurechnung des Flußeisens, eine ganze Menge von Abstufungen in Bezug auf Härte und Sprödigkeit, sowie auf Zähigkeit des Gußstahls herzustellen imstande ist, kann man ungünstige Erfahrungen mit Gußstahlseilen nicht verallgemeinern, weil möglicherweise nicht das brauchbare Material gewählt war.

Bei sorgfältiger Herstellung wird jeder einzelne Drahttring, bevor er verarbeitet wird, auf seine Tragfähigkeit, Drehungs- und Biegezugfestigkeit geprüft.

Erfahrungsgemäß geben die Bandseile aus Gußstahl und Eisen die schlechtesten ökonomischen Resultate<sup>1)</sup>, was daher kommen mag, daß die einzelnen Litzen selten gleiche Spannung haben, deshalb verschieden belastet sind und schnell abgenutzt werden. Man müßte deshalb diese Bandseile gänzlich ausschließen, wenn sie nicht wegen der, übrigens auch auf andere Weise zu erreichenden, Ausgleichung der Seillast nicht zu unterschätzende Vorteile böten. Seile aus Gußstahl zeigen nach dem Ablegen kaum einen Verschleiß der Drähte, dieselben sind auch nach vorhergegangener Drehung nicht gerissen, wohl aber häufig gebrochen<sup>2)</sup>. Nachdem ferner auch die Versuche mit Seilen aus Flußeisendraht durchaus nicht die vorausgesetzten günstigen Resultate ergeben haben, würde keine Veranlassung vorliegen, andere Seile anzuwenden, als die sich

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 78.

2) Glückauf. Essen 1879, Nr. 76. — Wabner, Über die Ursachen und die Verhütung der beim Betriebe eintr. Verschwächung, Zerdrückung, Längung und Streckung der Drähte etc. in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, S. 209, 217. — Zeitschr. d. Oberschl. B. u. H.-V. 1890, S. 271. — Rudeloff, Unters. eines im Betriebe gebrochenen Förderseiles und über den Einfluß der Abnutzung und wiederholten Biegung auf die Seilfestigkeit. Mitteil. der Versuchs-Anst. Bd. 7, S. 51.



entschieden am billigsten stellenden aus Holzkohleneisendraht, wenn dieselben nicht bei großen Förderteufen, schon um das Eigengewicht zu tragen, sehr bedeutende Stärken und Gewichte bekommen müßten, was wiederum in ungünstiger Weise auf die gesamte Förderanlage einwirkt. Deshalb muß man bei großen Förderteufen unbedingt runde Gußstahlseile verwenden, dieselben aber aus mittelweichem Tiegelgußstahl (nicht Bessemerstahl) herstellen. Auf den fiskalischen Saargruben verlangt man, daß der Stahl eine Bruchbelastung von 114 bis höchstens 120 kg für 1 qmm, bei einer Dehnung bis zum Zerreißen von 1 bis 2 % aushalten muß. Daneben soll derselbe aber auch, je nach der Drahtnummer (Stärke), 4 bis 6 rechtwinklige Biegungen um einen Dorn von 5 mm Halbmesser für die stärksten (Nr. 11), bis zu 14 Biegungen für die schwächsten Drähte (Nr. 19) aushalten.

Von blankweich gezogenem Holzkohlendraht verlangt man eine Bruchbelastung von 50 kg pro Quadratmillimeter, von dem etwas härteren 50 bis 60 kg. Geglühte Drähte tragen etwa  $\frac{1}{3}$  weniger. Die Ausdehnung bis zum Zerreißen soll bei blankem Drahte 1 bis 2 %, bei geglühtem 15 % betragen. Die rechtwinkligen Biegungen um einen Dorn von 5 mm Halbmesser werden auf 4—5 (für Nr. 11) bis zu 12 und 15 (für Nr. 19) festgestellt.

Nach einer umfassenden Arbeit von Havrez (*Revue universelle des mines*, Bd. XXXIII, S. 86) lassen sich nach Ch. Demanet<sup>1)</sup> folgende Schlüsse ziehen:

1) Seile von gleichmäßigem Querschnitte, auch Rundseile, sind für Teufen von 1000 m ungeeignet.

2) Das Bandseil von Stahldraht mit von je 100 zu 100 m abnehmendem Querschnitte ist  $1\frac{1}{2}$  mal schwerer, als ein entsprechendes Rundseil. Das Aloeseil von kontinuierlich abnehmendem Querschnitte ist fast dreimal so schwer, als das von 100 zu 100 m verjüngte Rundseil von Stahldraht.

3) Das runde verjüngte Stahldrahtseil ist ungefähr  $3\frac{1}{2}$  mal leichter und billiger, als das Aloeseil.

Die Ermittlungen gelten für eine angehängte Last von 3100 kg und eine Teufe von 1000 m.

**74. Mittel zur Schonung der Seile.** — Außer der Vermeidung heftiger Stöße gibt es verschiedene Mittel und Vorsichtsmaßregeln, um die Dauer eines Seiles zu verlängern. Dahin gehört zunächst eine das Rosten verhütende gute Schmierung des Seiles.

Ržiha<sup>2)</sup> empfiehlt, 100 Pfd. Holzkohlenteer auf 120° zu erhitzen, um das Wasser zu verjagen, dann auf 80—90° abzukühlen und unter stetem Umrühren 15 bis 20 Pfd. Talg hinzuzusetzen.

1) A. a. O. S. 557.

2) Ržiha, *Tunnelbaukunst*, 1867, S. 971.

Am Harz werden als Seilschmiere  $\frac{1}{3}$  Öl und  $\frac{1}{3}$  Harz oder Kolophonium, im Erzgebirge  $\frac{6}{9}$  Kolophonium,  $\frac{2}{9}$  Öl und  $\frac{1}{9}$  Talg gebraucht. Der ganze Seilüberzug soll 0,11 des Seilgewichtes betragen.

In v. Rittingers Erfahrungen findet sich folgendes Seilüberzugrezept:

100 Pfd.	Steinkohlenteer
50 -	Unschlitt
40 -	Rüböl
20 -	Wagenschmiere
20 -	Kolophonium.

Die Schmiere muß in regelmäßigen Zwischenräumen, etwa alle vier Wochen, in sehr nassen Schächten sogar alle 8 bis 14 Tage wiederholt aufgetragen werden.

Am Harz hat man auf mehreren Gruben das Schmieren dadurch zu umgehen gesucht, daß man Seile aus verzinktem Stahldrahte von Felten und Guilleaume, bis jetzt mit bestem Erfolge, anwendet.

Im übrigen hat man immer mehr die Überzeugung gewonnen, daß es zweckmäßig und auch ökonomisch am vorteilhaftesten ist, ein Seil nicht bis aufs äußerste auszunutzen, sondern nach bestimmter Leistung, bezw. in bestimmten Zeiträumen, also etwa alle  $1\frac{1}{2}$  oder 2 Jahre, durch ein neues zu ersetzen.

Um die Stöße beim Anheben unschädlich zu machen, hat man die Seilscheiben auf Federn gebracht, sowie zwischen Seil und Fördergefäß, oder unter dem Bügel des Förderkorbes, Seilfederbüchsen eingeschaltet. Ein derartiger Apparat auf Grube König in Saarbrücken<sup>1)</sup> besteht in einem starken Blechzylinder, durch dessen beide Böden Kolbenstangen gehen, deren eine mit dem Seile, die andere mit dem Korbe in Verbindung steht. Die Kolben beider Stangen berühren sich im Zustande der Ruhe, haben aber über, bezw. unter sich Gummischeiben, welche beim Anheben zusammengepreßt werden.

Eine ähnliche Vorrichtung ist diejenige von Knowles & Söhne bei Manchester<sup>2)</sup>, während eine von Felten und Guilleaume hergestellte Federbüchse<sup>3)</sup> keinen Gummi, sondern zwei Pufferfedern enthält.

**75. Verbindung der Seile mit dem Fördergefäße.** — Die Verbindung des Seiles mit dem Fördergefäße, bezw. mit der Zwieselkette, muß derart sein, daß sie fest ist und das Seil nicht beschädigt.

Bei dünnen Haspelseilen genügt eine eiserne Einlage *a* mit Hohlkehle (Fig. 371), in welcher das oberste Kettenglied hängt und um welche das Seilende geschlungen wird. Dasselbe befestigt man oberhalb der Schleife durch Umwickeln mit Draht oder durch Anlegen von Schraubzwingen.

1) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 6, S. 89.

2) Ebenda 1863, Bd. 10, S. 84.

3) Ebenda S. 85.

Für runde Förderseile hat man mehrere Verbindungen<sup>1)</sup>:

1) Die Einlage ist eine birnförmige, massive Scheibe mit einem Loche zur Aufnahme des obersten Gliedes der Zwieselkette.

2) Über das untere Seilende wird eine konische Büchse gezogen, sodann wird es gut gereinigt, besenartig aufgedreht und der Raum mit Zink vergossen<sup>2)</sup>. Die Büchse hat am unteren Ende einen Bügel.

3) Man biegt die Drähte um den unteren Rand der Büchse nach außen und treibt einen Konus ein.

Bei Bandseilen befestigt man das untere Ende, nachdem man es über einen Ring gebogen hat, durch angeschraubte Zwingen.



Fig. 371. Verbindung des Raspelseiles mit dem Kabel.

76. Verbindung zerrissener Seile<sup>3)</sup>. — Bei wichtigen Förderungen wird ein zerrissenes Seil abgeworfen und durch ein neues ersetzt. Die Verwendung eines ausgebesserten Seiles für Schachtförderung ist nicht statthaft, ein solches Seil wird zu Bremsseilen verwendet, nachdem es aufgedreht, ausgeglüht und wieder zusammengeflochten ist.

Für weniger wichtige Fälle, namentlich wenn Menschenförderung nicht in Betracht kommt, wird bei Ausbesserung eines Seilbruches u. a. auf folgende Weise verfahren<sup>4)</sup>. Jedes Seilende wird zur Hälfte aufgedreht und von jedem Ende die eine Hälfte mit derjenigen des andern Endes zusammengeflochten. Sodann werden die übrig bleibenden vier Enden in ihre Litzen aufgedreht, diese eine nach der andern um das Seil gewickelt, in Zwischenräumen von 1,50 m 3 bis 4 mal durch das Seil gesteckt und die Drähte nach dem letzten Durchstecken kurz am Seile abgehauen, auch mit einem Kupferhammer fest an das Seil angeschlagen<sup>5)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 77, 156; 1862, Bd. 10, S. 84.

2) Ebenda 1870, Bd. 18, S. 41.

3) Ržiha a. a. O. 387. — Feldmann in Karstens Archiv XVIII.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864, Nr. 21, S. 175.

5) Eine große Zahl Literaturangaben über Drahtseile, deren Konstruktion, Berechnung u. s. w. finden sich in v. Hauer a. a. O. II, S. 45. — Ausführliche Tabellen über Seilverbrauch in Pfennigen pro 100 Ztr. Förderung enthält Ržiha, Tunnelbaukunst 1877, S. 390. Danach rechnet man im Saarbrücker Revier im allgemeinen bei guten Fördereinrichtungen: a. in seigeren Schächten 1 bis 12  $\mathcal{F}$ . b. in flachen Schächten  $2\frac{1}{2}$  bis 30  $\mathcal{F}$ , c. bei maschineller Streckenförderung  $1\frac{1}{2}$  bis 5  $\mathcal{F}$ . Vergl. auch Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 77 ff.

## 6. Kapitel.

### Fördergefäße, sowie Vorrichtungen zum Leiten, Füllen und Entleeren derselben.

#### a. Schachtfördergefäße.

**77. Kübel und Tonnen.** — Kübel werden zur Haspelförderung, die größeren Tonnen zur Göpelförderung benutzt. Beide sind entweder von rundem Querschnitte und zylindrisch, oder, wenn sie gleichzeitig zum Wasserziehen benutzt werden sollen, oben und unten etwas zusammengezogen, oder sie haben einen eirunden Querschnitt und sind oben weiter als unten.

Kübel und Tonnen bestehen entweder aus Eisenblech oder aus Holz und sind im letzteren Falle eimerartig mit entsprechendem Eisenbeschlage hergestellt.

Die runden Kübel und Tonnen finden in seigeren Schächten besonders beim Abteufen Verwendung und werden dann durch Führungskreuze (Fig. 372 u. 373) geleitet, welche sich am unteren Ende der Zimmerung aufsetzen, während die Tonne bis auf die Schachtssole niedergeht und beim Heraufkommen das Kreuz wieder mitnimmt.

Die eirunden Kübel und Tonnen werden in tonnlägigen Schächten angewendet und finden ihre Führung entweder auf runden Stangen, welche in der Fig. 374 angedeuteten Weise angebracht sind oder auf Pfosten (Fig. 375); im letzteren Falle haben die Tonnen an beiden Seiten hölzerne, mit Eisen beschlagene Kufen, mit denen sie auf den Pfosten gleiten.

Am oberen Rande der Kübel und Tonnen befinden sich eiserne Ösen zur Befestigung der Schurketten oder des Bügels. Am Boden größerer

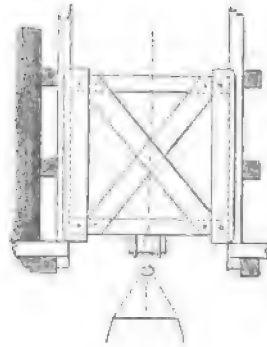


Fig. 372.

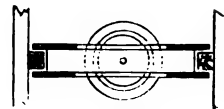


Fig. 373.  
Führungskreuz für Kübel.

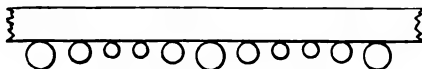


Fig. 374. Stangenleitung.



Fig. 375. Pfostenleitung.

Tonnen ist ein Ring angebracht, in welchen über der Hängebank der Haken einer Kette eingehängt und so die Tonne festgehalten wird, während man sie vorn niedergehen läßt und dadurch entleert.

Auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz O./S. sind die Tonnen mittels Zapfen an Bügeln aufgehängt, zwischen denen sie sich beim Entleeren umkippen, während sich gleichzeitig eine sonst als Schachtverschluß dienende Rinne selbsttätig unter die Tonne schiebt und das Fördergut in die untergestellten Wagen gelangen läßt. Beim Aufholen der Tonne wird die Rinne durch ein Gegengewicht in ihre erste Lage gebracht<sup>1)</sup>.

Am Harz verwendet man in den alten Schächten nach alter Bezeichnung 2, 4, 6, 8 und 10 Kübeltonnen<sup>2)</sup>.

Die für Haspelförderung gebrauchten Kübel haben einen Inhalt von 0,15 bis 0,4 cbm.

Um bei tonnlägigen Schächten die gleitende Reibung in eine rollende zu verwandeln, hat man mehrfach Rädertonnen d. h. parallelepipedische Kasten mit Rädern angewendet, welche auf Schienen am Liegenden des Schachtes oder auf schwebenden Schienen laufen.

Auf dem Schachte I der Grube Maria zu Höngen bei Aachen<sup>3)</sup> hat man wegen des geringen Durchmessers von 1,40 m, mit welchem der Schacht durch Schwimmsand bis in das Steinkohlengebirge abgeteuft wurde, kesselförmige Gefäße in Anwendung, welche am unteren Ende eine mit Riegeln verschlossene Klappe zum Entleeren und an zwei Seiten mit doppeltem Spurkranz versehene Führungsrollen, welche in T-Schienen greifen, besitzen.

Da der Tonnenwechsel im Steinkohlengebirge liegt, so läßt man auch nur hier die Tonnen nebeneinander laufen, über demselben ist der Schacht eintrümmig und liegen die Leitschienen dicht nebeneinander<sup>4)</sup>.

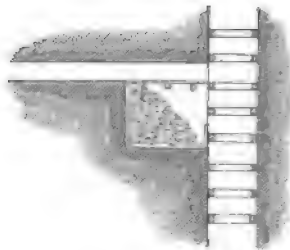


Fig. 376. Füllort.

Auch in England gibt man den Schächten bei wasserdichtem Ausbau enge Durchmesser und verfährt entweder ähnlich, wie auf Grube Maria, oder man stellt nur auf der Wechselstelle eine Ausweitung her<sup>5)</sup>.

Kübel sowohl als Tonnen verlassen das Seil nicht, dienen also nur zur Förderung im Schachte, mithin muß ein Umfüllen der Streckenfördergefäße in dieselben stattfinden, was auf Füllörtern geschieht.

**78. Füllörter.** — Füllörter sind in ihrer einfachsten Gestalt die Streckensohlen am Schachte. Sollen dieselben einen größeren Vorrat aufzunehmen imstande sein, so macht man sie tiefer und führt das Tragewerk der Streckensohle darüber hinweg (Fig. 376).

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 202; 1886, Bd. 34, S. 262.

2) 4 Kübel = 7,5 Kubikfuß hannöversisch à 0,0249 cbm. — 1 Kübel Bleiglanzstuf gewicht etwa 225 kg.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865, S. 182.

4) Ebenda S. 183.

5) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 19 u. 20.

Aus diesen Füllörtern geschah das Füllen der Tonnen am Harz früher ausschließlich mittels Kratze und Trog, nachdem der Schacht etwas unterhalb des Füllorts zugebühnt war, so daß der Tonnenrand tief stand und die Arbeiter die Tröge nicht so hoch zu heben brauchten.

Um dieses beschwerliche Füllen der Tonnen zu erleichtern, wendet man seit einiger Zeit Füllrollen an, welche u. a. nach Art der auf französischen Gruben mit Schiffsverladung angewendeten *dépôts-à-tiroir* mit Rundholz zugelegt sind.

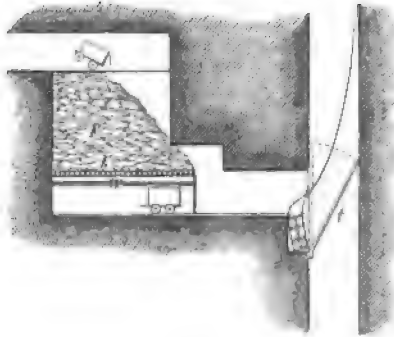


Fig. 377.  
Füllrollen für Schachtförderung am Harz.

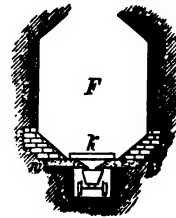


Fig. 378.

Das Füllort *F* (Fig. 377 u. 378) hat hierbei eine rechteckige Form und ist an seinem unteren Ende mit den zwei Vorsprünge bildenden Werksteinen *w* versehen. Von diesen aus ist eine kleine Böschung hergestellt, welche zur Schonung der Werksteine mit trockenem Mauerwerke aus festen Bruchsteinen versehen ist. Von da sind die Wände des Füllortes seiger und stehen bei festem Gesteine ohne Mauerung, oben sind sie, wenn die Weite des Füllortes diejenige der Strecke übersteigt, etwas zusammengezogen. Auf die Werksteine wird eine Reihe Rundholz *k* gelegt und die Rolle von oben her gefüllt.

Bei der Förderung wird der Schacht durch die um Gelenke drehbare Tür *t* geschlossen, so daß die Tonne auf derselben herabgleitet und sich in schräger Lage aufsetzt.

Der zur Füllung der Tonne bestimmte Hunt hat entweder denselben oder etwa den halben Inhalt, wie die Tonne. Er wird unter die Werksteine geschoben, durch Entfernen des Rundholzes mit dem hereinrollenden Erz gefüllt und nach Öffnen der Klappe in die Tonne entleert.

Bei seigeren Schächten werden keine Tonnen, sondern Fördergestelle angewendet.

b. Gefäße, welche ohne Fördergestell zur Strecken- und Schachtförderung gebraucht werden.

**79. Wagen und Kasten.** — In der Provinz Lüttich<sup>1)</sup>, sowie auch in Lintorf bei Düsseldorf und auf Breiningerberg<sup>2)</sup>, wurden früher Wagen (berlaines oder berlines) angewendet (Fig. 379 u. 380), welche nach Ankunft unter dem Schachte mittels der vier Ösen *a* am Seile angeschlagen und zu Tage geschafft wurden. Dieselben bestehen aus Eisenblech und haben eine bauchige Form, um alle hervorragenden Teile zu vermeiden,

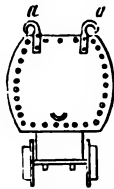


Fig. 379.  
Wagen zur Strecken- und Schachtförderung.

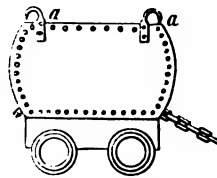


Fig. 380.

ihr Inhalt beträgt 5,5 bis 7 hl. Diese Wagen haben den Vorteil, daß man das Umladen und die Herstellung von Füllörtern erspart, ein Nachteil sind ihre kurze, für Streckenförderung wenig geeignete Form und ihre niedrigen Räder.

In derselben Weise werden hölzerne, auf Gestellwagen in den Strecken verkehrende und bis unter den Schacht gebrachte Kasten mit Eisenbeschlag verwendet. Sie werden ebenfalls mit den vier, das untere Ende des Seiles bildenden Ketten am letzteren angeschlagen. Nach dem Anheben entfernt man den Gestellwagen und schiebt ihn unter das andere Fördertrumm, wo alsdann ein leerer Kasten aufgesetzt wird. Über Tage stehen ähnliche Gestellwagen bereit, welche nach dem Verschlusse des Schachtes mit Falltüren auf diese geschoben werden, den vollen Kasten aufnehmen und fortführen, sowie den leeren Kasten ebenfalls über den Schacht

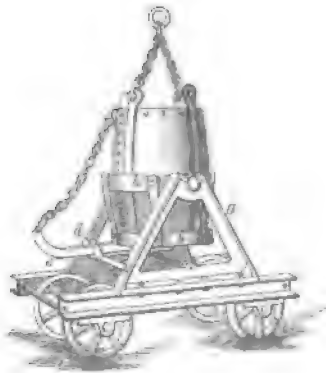


Fig. 381. Gestellwagen zum Entleeren der Kübel.

bringen. Nachdem dieser am Seile angeschlagen und der Gestellwagen entfernt ist, öffnet man die Falltüren und läßt den leeren Kasten in den Schacht hinab.

**80. Andere Methoden zum Entleeren der Tonnen und Kübel.** — Beim Abteufen der Schächte benutzt man ganz in der eben beschriebenen Art häufig und zweckmäßig eine Art Gestellwagen, welche die mit einem Zapfen versehenen Tonnen aufnehmen (Fig. 381) und für diese zugleich

1) Hartmann, Bergbaukunde, S. 564.

2) Berggeist 1867, S. 67.

als Wipper dienen. Die Zapfen der Tonnen legen sich in Lagerstühle *a*, während sich die Tonne selbst in einen Korb *b* einsenkt. Dieser hat am Boden einen Bügel *c*, welcher während des Transportes durch einen Vorstecker *d* befestigt ist und von dessen Ende aus eine Kette an dem oberen Tonnenrande eingehakt wird. Auf der Berghalde wird der Vorstecker *d* herausgezogen und die Tonne mit Hilfe des als Hebel dienenden Bügels *c* nach vorne umgekippt. Die Kette verhindert das Herausfallen der Tonne aus dem Korbe.

Nach einem von dem Bergdirektor Friedrich Gerber in Salgó-Tarján (Ungarn) angewendeten, von der Firma Bolzano & Co. in Schlan bei Prag ausgeführten Verfahren ist über der Hängebank eine drehbare Rutsche angebracht. Dieselbe wird von dem heraufkommenden Kübel aufwärts gedreht, fällt aber sofort wieder in ihre Ruhelage zurück und dient dabei als Aufsatzvorrichtung. Nach Lösen zweier Klammern entleert sich der Kübel in die Rutsche. Sodann wird der Kübel aufgehoben, die Rutsche durch einen einfachen Handgriff in vertikale Lage gebracht, um nach dem Hinabgehen des Kübels in den Schacht wiederum in ihre Ruhelage zurückzuklappen.

#### c. Fördergestelle und deren Leitungen.

81. **Fördergestelle**<sup>1)</sup>. — Die Fördergestelle (-schalen,- gerippe,- körbe) sind zur Aufnahme der Streckenfördergefäße bestimmt. Sie haben einen oder mehrere Böden (Etagen), auf denen ein oder zwei Förderwagen neben- oder hintereinander Platz finden.

Die Fördergestelle müssen bei genügender Haltbarkeit so leicht wie möglich gebaut werden, um die tote Last für das Seil nicht unnötig zu vermehren. Gewöhnlich beträgt das Gewicht der (eisernen) Fördergestelle 0,4 bis 1,6, bei guter Bauart 0,6 bis 1,0 der Nutzlast.

Die früher gebrauchten hölzernen Fördergestelle haben größtenteils den eisernen Platz gemacht, an deren Stelle in neuerer Zeit vielfach solche aus Stahl<sup>2)</sup> und Flußeisen angewendet werden, und zwar aus Façonstahl von L-, T- und  $\Gamma$ -Querschnitt. Für die zu schweißenden Stellen nimmt man Federstahl.

Bezüglich des Gewichtes und der Kosten solcher Gestelle aus Stahl im Vergleich zu den bisherigen aus Schmiedeeisen mögen folgende Zahlen angeführt werden.

1) v. Hauer a. a. O. II, S. 158. — Preuß. Zeitschr. 1870, Bd. 18, S. 40, 82. — Dingers polyt. Journal Bd. 198, S. 277. — Berggeist. Köln 1870, S. 586. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1870, S. 323.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 250.



Grube		Aus Stahl		Aus Eisen	
		Gewicht	Kosten	Gewicht	Kosten
		kg	„	kg	„
Sulzbach	1etagig z. Pferdeeinhängen	1100	617	1726	526
Friedrichs-	2 - für 4 Wagen . .	1180	531	1400	546
thal			(loco Grube)		
do.	1 - - 1 - mit				
	Schutzblechen	423	190	—	—
			(dgl.)		
Heinitz	2 - - 4 Wagen . .	1500	675	2400	760
			(dgl.)		
do.	1 - - 2 - . .	600	300	1267	400
			(dgl.)		

ohne sog. Verkehlkosten

Ein anderes stählernes Fördergestell mit Fangkeilen vom Albertschachte bei Saarbrücken<sup>1)</sup> wiegt ohne Schurzketten 1183 kg und hat einschließlich der letzteren (100 kg) 1225 „ gekostet. Im allgemeinen sind die stählernen Gestelle im Verhältnis von 4 : 7 leichter als eiserne.

In Westfalen beträgt das Gewicht der Fördergestelle durch-

schnittlich 2400 kg

das Gewicht eines Förderwagens . . . . . - 288 -

- - der Nutzlast an Kohlen . . . . . - 1766 -

das Verhältnis der Nutzlast zur toten Last . . . . . 1 : 2,0

Zur Verminderung des Gewichtes eiserner Fördergestelle hat Edwards zu Wednesbury in Staffordshire<sup>2)</sup> ein Gestell gebaut, welches nur halb so schwer ist, als andere eiserne Fördergestelle, dabei aber ebenso fest und dauerhaft sein soll als diese, zumal das Vernieten der einzelnen Teile in Wegfall kommt.

Der Rahmen wird aus 65 mm weiten Röhren und schmiedeeisernen Winkelstücken gebildet, welche mittels rechts- und linksgängiger Schrauben verbunden sind. Die vier senkrechten Eckröhren haben am unteren Ende einen Fuß, mit welchem das Gestell beim Aufsetzen auf dem Füllorte auf Federpuffer trifft. Die Leitung geschieht durch Seile.

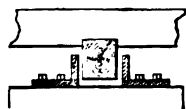


Fig. 382.  
Leitbaum und Leitschiene.

82. **Leitungsvorrichtungen.** — Die an den Fördergestellen anzubringenden Leitungsvorrichtungen richten sich in Bezug auf ihre Form nach der Art der Leitungen. Sind die letzteren von Holz,

so werden an den Gestellen entweder oben und unten eiserne Leit-

1) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 251, Taf. 20, Fig. 6—10.

2) Serlo a. a. O. 1884, S. 136, aus: The Mechanics Magazine. London, Vol. 94, S. 250. — Polyt. Zentralbl. Leipzig 1871, S. 829. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871, S. 443.

schuhe oder auf der ganzen Länge des Gestelles Leitschienen aus L-Eisen angebracht, welche die Leitbäume auf beiden Seiten umfassen (Fig. 382). Diese Vorrichtung befindet sich u. a. an einem Fördergestelle der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken, dessen zweckmäßige Bauart auch in anderer Beziehung gerühmt wird<sup>1)</sup>.

Bei Drahtseilleitung sind am Gestelle Ösen aus Gußstahl, oder wie es auf dem Achenbachschachte bei Staßfurt mit Vorteil geschehen ist, aus Phosphorbronze<sup>2)</sup>, bei Schienenleitung andere entsprechende Vorrichtungen angebracht, welche die Köpfe der Schienen umgreifen.

Die Leitungen werden bei Gestellen mit nebeneinander stehenden Wagen in der Regel an den Seitenwänden angebracht, weil sie dann ohne Unterbrechung an den Füllörtern und über Tage fortgeführt werden können. Bei hintereinander stehenden Wagen würde dabei der Gang des Gestelles sehr unruhig sein, weshalb es vorgezogen wird, die Führung an den schmalen Seiten anzubringen. Dabei spart man auch gleichzeitig an Raum im Schachte, indem sich die Gestelle ohne Schachtscheider dicht aneinander vorbeiführen lassen.

An den Füllörtern und auf der Hängebank empfiehlt es sich, die Leitung zu unterbrechen und dafür die Gestelle an allen vier Ecken mit L-Eisen zu führen, welches am Schachtausbau anzubringen ist. Andere Methoden<sup>3)</sup>, u. a. diejenige, das beim Wechseln der Wagen im Wege befindliche Stück Leitbaum durch ein Gelenk drehbar zu machen u. s. w., sind weniger zweckmäßig.

Bei eisernen Leitungen führt man die Gestelle wohl an zwei gegenüberliegenden Ecken, oder auch, wie auf dem Camboas-Schachte bei Blyth<sup>4)</sup>, auf Gneisenauschacht bei Dortmund, sowie bei den neuen Saarbrücker Schächten und dem Schachte Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal, nur auf einer, und zwar der äußeren Langseite, aber an je zwei Schienen, die beiden inneren Langseiten gehen mit einem Minimum von Spielraum an einander vorbei (Briarts Schachtleitungen)<sup>5)</sup>.

Ein Beispiel dieser sehr zweckmäßigen, weil wenig Raum erfordernden Art Leitung liefern die Fig. 383, 384, 385. Die Leitungen  $t$  sind an I-Einstrichen mit Winkeln  $w$ , Trageisen  $l$  und Verschraubungen festgeklemmt. Die am Fördergestelle angenieteten Führungsklauen  $m$  umfassen den Kopf der Leitung mit etwas Spielraum. Zur Verminderung der Reibung muß zähe Schmiere verwendet werden.

Bei hölzernen Einstreichen können die Trageisen  $l$ , unter Fortfall der Winkel  $w$ , mit durchgehenden Schraubenbolzen direkt befestigt werden.

1) Serlo a. a. O. 1884, S. 133. — Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 79.

2) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 200.

3) v. Hauer a. a. O. II, S. 172.

4) Preuß. Zeitschr. 1874, Bd. 22, S. 152.

5) Ebenda 1889, Bd. 37, S. 226.

Die hölzernen Leitungen heißen Spurlatten oder Leitbäume, auch Leitsparren. Dieselben bestehen aus Tannen- oder Eichenholz



Fig. 383.

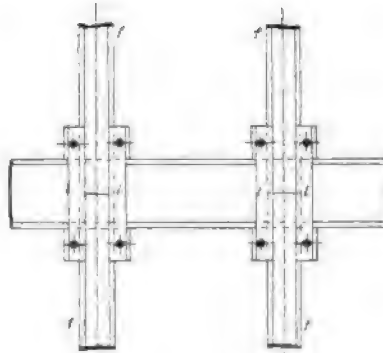


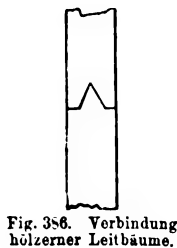
Fig. 384.



Fig. 385. Briarts Schachtleitung.

und sind 10 bis 15 cm im Quadrat, auch rechteckig von 10 und 15 bis 20 und 24 cm im Querschnitt.

Die Befestigung der Leitbäume geschieht am Ausbau des Schachtes. Bei Zimmerung wendet man Schrauben mit versenkten Köpfen, oder, wenn man nicht an die Rückseite des Einstriches u. s. w. kommen kann, Holzschrauben an, deren Köpfe Einkerbungen zum Ansetzen eines Schraubenschlüssels haben und abgerundet sind. Zweckmäßig sind in solchem Falle Nägel<sup>1)</sup>, auf welche an Stelle des Kopfes nach dem Aufstecken der durchbohrten Leitungsbäume Schraubenmuttern aufgesetzt werden. Diese Befestigungsweise hat den Vorteil, daß man die Leitbäume leicht auswechseln kann.

Fig. 386. Verbindung  
holzerner Leitbäume.

Damit dieselben sich nicht seitlich verschieben können, macht man den Zusammenstoß wie in Fig. 386.

1. Nach Jicinsky im Jahrb. d. k. k. Bergakademien 1872, Bd. 20, S. 178.

Havrez<sup>1)</sup> macht den letzteren stumpf, legt ihn zwischen die Einstriche und deckt den Wechsel durch hintergelegte und mit den Leitbäumen verschraubte Hölzer, welche zwischen den oberen und unteren Einstrich passen und so den Leitbäumen eine weitere Stütze bieten.

Auch auf Karsten-Zentrum-Grube bei Beuthen stoßen die Leitbäume stumpf zusammen und sind durch drei verschraubte schmiedeeiserne, ein  $\sqcup$ -Eisen bildende Platten verbunden. Die Leitbäume können sich nicht verschieben, auch lassen sich beschädigte Stücke durch Lösen der Schrauben leicht auswechseln<sup>2)</sup>.

In dem rund ausgemauerten Schachte II der Zeche Shamrock bei Herne in Westfalen<sup>3)</sup> dienen als Spurplatten  $\sqcup$ -Eisen, welche, wie hölzerne Leitbäume, von Leitschuhen umfaßt und mit den Einstrichen durch Laschen und Schrauben verbunden werden.

**83. Leitungen aus Drahtseilen<sup>4)</sup>.** — Dieselben sind die zweckmäßigsten in eiserner Cuvelage und in Bohrschächten, weil sich in ihnen andere Leitungen schwer befestigen lassen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß Drahtseilleitungen sehr rasch und billig einzubringen sind. Das laufende Meter Seilleitung kostet etwa 9  $\mathcal{M}$ , Holzleitung dagegen etwa 17  $\mathcal{M}$ . Außerdem braucht man für das Einbauen der ersteren 2 bis 2½ Tage gegen 6 bis 7 Tage für Holzleitung. Die dazu verwendeten Drahtseile müssen aus dickem Draht hergestellt sein, damit sie dem Rosten widerstehen. Die Abnutzung durch Reibung ist nur dann eine einigermaßen bedeutende, wenn sandiges Wasser in die Führungsringe kommt. Beschädigungen durch Bruch kommen, abgesehen von besonderen Unfällen, z. B. Klemmungen beim Reißen des Förderseiles, nur am unteren Ende vor. Man gibt deshalb bei der oberen Befestigung Reserveseil und braucht dann bei Ausbesserungen das Seil nur nachzuziehen.

Die aus 2 bis 6,5 mm starkem Drahte hergestellten Seile von 20 bis 45 mm Durchmesser werden am unteren Ende durch einen fest verbühten Holzrahmen geführt, sowie unter demselben mit Scheibengewichten belastet und gespannt. Diese betragen auf Königsgrube in Oberschlesien<sup>5)</sup> für jedes Seil 1,25 t, auf den Freieslebenschächten bei Hettstädt und auf dem Achenbachschachte bei Staßfurt 2,5 t, im allgemeinen 2 bis 4 t.

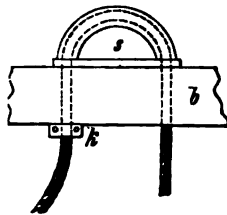


Fig. 387. Befestigung eines Leitseiles über Tage.



Fig. 388.

1) Revue universelle 1873, t. 33, S. 92.

2) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 235.

3) Ebenda 1881, Bd. 29, S. 249.

4) Ebenda 1869, Bd. 17, S. 421. — Bull. de la soc. de l'ind. min. 1869, Vol. 15, S. 254.

5) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 108.

Über der Hängebank werden schwache Seile derart befestigt, daß man sie über halbrunde, auf Balken *b* (Fig. 387 und 388) verlagerte, mit Seilnut versehene Scheiben *s* legt und das Ende des Seiles unter dem Balken mit einer Klemmschraube *k* befestigt.

Hat sich das Seil gelängt, so wird nach Anlegen einer Winde die Klemmschraube gelöst und das Seil nachgezogen.

Für starke Seile aus dickem Draht eignet sich besser eine von Broja auf der Königin Luise-Grube bei Zabrze angewendete Vorrichtung, bei welcher die halbrunde Scheibe in Wegfall kommt. Nach Art der Senkschrauben (s. d.) geht durch ein Lager *a* (Fig. 389 und 390) die Schraubenspindel *s*, welche oben durch eine Mutter gehalten wird und nach unten eine ausgekehlte Backe *b* bildet. Nachdem das Seil in dieselbe eingelegt ist, wird eine zweite Backe *c*, gleichfalls mit Hohlkehle versehen, darauf gelegt und das Seil zwischen beiden mit den Klemmschrauben *k* befestigt<sup>1)</sup>.

Da die Seile bei ihrer bedeutenden Länge immer etwas schwanken<sup>2)</sup>, so müssen die Wagen auf den Fördergestellen sehr gut befestigt werden. Auch ist es



Fig. 389.

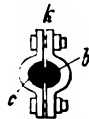


Fig. 390.  
Befestigung eines Leit-  
seiles nach Broja.

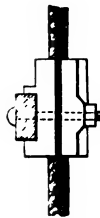


Fig. 391.  
Büchse für Seilleitungen.

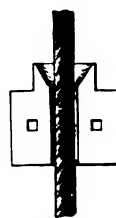


Fig. 392.

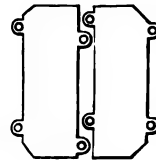


Fig. 393.

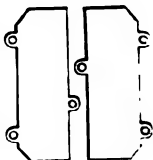


Fig. 394.

Fördergestell mit Seilleitung.

aus diesem Grunde zweckmäßig, für jedes Gestelle vier, mindestens aber drei Seile anzuwenden (Fig. 393 und 394).

Die Führung der Seile geschieht durch Büchsen, welche am oberen und unteren Rahmen des Fördergestelles angebracht sind, jedoch so, daß sie an den einander zugekehrten Seiten nebeneinander stehen, um eine Berührung beim Begegnen der Fördergestelle zu vermeiden.

1) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 131.

2) Auf den Freieslebenächten bei Hettstädt beträgt die Schwankung 3 cm bei 127 m Tiefe.

Eine zweckmäßige Form der Büchsen ist die auf der Zeche Monkwearmouth bei Sunderland angewendete und in Fig. 391 und 392 dargestellte. Die Büchsen sind zweiteilig, so daß das Seil leicht von dem Gestelle gelöst werden kann, und haben oben eine Ausweitung zur Aufnahme von Schmiere. Einfache Tüllen waren auf Zeche Erin bei Castrop<sup>1)</sup> in Rotguß hergestellt.

In England hat man die Einrichtung getroffen, daß zwischen den beiden Fördergestellen nur zwei Kabel frei herabhängen, ohne von Führungsklauen umfaßt zu werden<sup>2)</sup>.

Der Raum zwischen den Gestellen muß um so größer genommen werden, je geringer die Anzahl der Leitseile und je tiefer der Schacht ist. Bei 3 bis 4 Leitseilen genügt für 100 bis 300 m Schachttiefe ein Abstand von 25 bis 42 cm<sup>3)</sup>.

Auch in dem 700 m tiefen seigeren Königin-Marien-Schachte bei Clausthal hat man die Fördertonnen, welche bisher ohne Führung waren und deshalb nur eine Fördergeschwindigkeit von etwa 1 m zuließen, mit Drahtseilleitungen versehen, wodurch man sofort die Förderleistung um 65 % erhöhte.

**84. Befestigung der Wagen in den Fördergestellen.** — Von den verschiedenen Methoden, die Wagen in den Fördergestellen festzuhalten<sup>4)</sup>, soll hier nur eine erwähnt werden, welche besonders im Interesse einer schnellen Abfertigung der Wagen zweckmäßig erscheint und auch vorwiegend in Gebrauch ist.

Dieselbe besteht darin, daß man auf der Innenseite des Gestelles eine an beiden Enden umgebogene Rundeisenstange anbringt, welche sich in zwei Lagern dreht. Stehen die umgebogenen Enden horizontal, so halten sie den Wagen fest, soll dieser gewechselt werden, so dreht man die Haken aufwärts. Damit dieselben nicht über diese beiden äußersten Stellungen kommen können, sind an der Längsstange Knaggen mit zwei Flächen befestigt, deren eine sich bei aufrechter, die andere bei horizontaler Stellung der Haken gegen die Gestellwandung legt.

Der Hauptvorteil dieser und ähnlicher Gestellverschlüsse ist darin zu suchen, daß man von einer Seite aus und mit einem Griffe beide Seiten des Gestelles öffnen kann, was abwechselnd durch die Abzieher der vollen und die Aufschieber der leeren Wagen, überhaupt immer durch diejenigen Arbeiter zu besorgen ist, welche bei Abfertigung des Gestelles diesem zunächst stehen. Besonders bei hintereinander stehenden Wagen ist eine derartige Einrichtung vorteilhaft, weil die leeren Wagen sofort nach

1) Berggeist 1869, S. 216. — Österr. Zeitschr. 1869, S. 247.

2) Ch. Demanet a. a. O. S. 548. Anmerkung von C. Leybold.

3) v. Hauer a. a. O. II, S. 178.

4) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 46; 1855, Bd. 2, S. 382; 1861, Bd. 9, S. 187. — Ržiha a. a. O. S. 111.

Ankunft des Gestelles auf der Hängebank (bezw. des vollen auf dem Füllorte) auf die im Gestelle stehenden geschoben werden können.

**85. Selbsttätige Auswechselung der Wagen auf den Fördergestellen<sup>1)</sup>.** — Um bei der Auswechselung der Wagen auf den Fördergestellen an Zeit zu gewinnen und an Arbeitskräften zu sparen, hat man Vorrichtungen angebracht, welche diese Arbeit selbsttätig geschehen lassen. Hoffmeister in Dux (Böhmen) hob zu dem Zwecke das Schienengleis mit Hilfe eines Hebels und mittels Knaggen, welche unter dem Gleise an einer Achse angebracht sind.

Auf der Grube Cymmer Colliery in Wales<sup>2)</sup> stößt das Fördergestelle, während es auf die Aufsatzvorrichtung niedergelassen wird, auf einen Hebel, welcher durch weitere Umsetzung das Einlaßventil eines kleinen Dampfzylinders öffnet, dessen Kolbenstange das Fördergestelle an einer Seite etwas emporhebt, so daß dessen Boden in geneigte Stellung kommt, und die zwei hier hintereinander stehenden Wagen herausrollen läßt. Die Ersatzwagen müssen bei beiden Einrichtungen durch die Förderleute nachgeschoben werden.

Bei einem auf Grube Clifton in Wales angewendeten Apparate von Fischer<sup>3)</sup> (patentiert 1858) setzt sich das Gestelle schräg auf, öffnet aber gleichzeitig den Eintritt des Dampfes in einen Zylinder, welcher auch die Bühne mit dem Ersatzwagen hebt und so bewirkt, daß volle und leere Wagen sich gleichzeitig in Bewegung setzen.

Eine andere Einrichtung mit festen, geneigten Bahnen und hydraulischen Senk- bzw. Aufzugsvorrichtungen ist auf Boldon Colliery in Wales in Gebrauch<sup>4)</sup>.

Sobald derartige Einrichtungen nicht einfach und dauerhaft sind, haben sie keinen praktischen Wert.

**86. Verschluss der Gestelle oben und an den Seiten.** — Werden die Gestelle zur Menschenförderung angewendet, so müssen die Seitenwände entweder durch Blech, oder wie mehrfach bei neueren Gestellen, durch Drahtgeflecht, welches mit Mennige angestrichen oder aus verzinktem Drahte hergestellt ist, verschlossen sein. Das Drahtgeflecht ist leichter, als Eisenblech, und gestattet eine Untersuchung des Schachtes beim Fahren.

Um die auf dem Gestelle stehenden Arbeiter vor Beschädigung durch hereinfallende Gegenstände, sowie die Kohlen vor Nässe zu schützen, soll oben am Gestelle ein aus zwei schrägen Teilen bestehendes und für das Einhängen von langen Hölzern zum Aufklappen eingerichtetes Blechdach angebracht sein.

1) Österr. Zeitschr. 1886, S. 160.

2) Bulletin de la société de l'ind. min. 1884, Bd. 13, S. 743.

3) Österr. Zeitschr. 1886, S. 767.

4) Ebenda S. 802.

**87. Verbindung der Gestelle mit dem Seile.** — Die gewöhnliche ältere Verbindung des Korbes mit dem Seile ist diejenige mittels vier Schurzketten, welche sich am unteren Ende des Seiles in einem Ringe vereinigen und an den Ecken des Korbes befestigt sind.

In Westfalen ist bei neueren Einrichtungen das Gestell in der Mitte an einer starken runden, eisernen Stange, die sogen. Königsstange, aufgehängt, welche sich zur Verhütung von Schleifenbildung beim Aufsetzen des Gestelles durch das Kopfstück derselben hindurchschiebt und sich in einem am Seile angebrachten Wirbel drehen kann.

Auf den Skalley-Schächten der Grube Dudweiler-Jägersfreude bei Saarbrücken<sup>1)</sup> ist das Seilende durch den Bügel des Gestelles hindurch in eine mit Gummischeiben *aa* (Fig. 395) ausgefüllte, zylindrische, schmiedeeiserne Muffe geführt und unterhalb derselben durch vier Klemmschrauben befestigt. Eine weitere Klemmschraube befindet sich 400 mm über dem Gestelle, so daß das Seil um dieselbe Länge beim Aufsetzen sinken kann. Die Gummischeiben dienen als Seilfederbüchsen, also zur Abschwächung der Stöße beim Anheben.

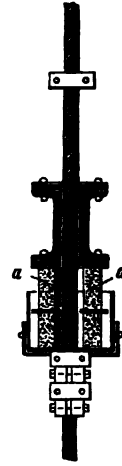


Fig. 395. Seilbefestigung auf den Skalley-Schächten.

## 7. Kapitel.

### Aufsetzen der Fördergestelle.

**88. Allgemeines.** — Um bei der Förderung mit Gestellen die Wagen ohne Aufenthalt leicht wechseln zu können, muß der Boden der Gestelle mit demjenigen der Hängebank und des Anschlageortes in eine Ebene gebracht werden. Da ein freies Halten im Schachte, wie es vielfach in England, an einzelnen Stellen auch in Westfalen üblich ist, sehr geübte Maschinenwärter voraussetzt, so hat man Vorrichtungen angebracht, auf welche sich die Gestelle aufsetzen können. Die Vorrichtungen werden auf der Hängebank meistens so eingerichtet, daß sie den Schacht selbsttätig verschließen, aber durch das heraufkommende Gestell zur Seite geschoben werden. Soll dieses wieder in den Schacht hinabgehen, so muß

<sup>1)</sup> Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 23, S. 259 mit Zeichnung.



es zunächst etwas angehoben werden, worauf die Aufsatzvorrichtungen (Schachtfallen, Caps) mit einem Hebel zurückgezogen werden.

Bei der Förderung von verschiedenen Sohlen muß man die auf den letzteren befindlichen Caps so einrichten, daß sie sowohl ein- als auch ausgerückt werden. Immer aber müssen die Caps durch einen Hebelruck auf beiden Seiten des Schachtes bedient werden können, auch hat man weiter danach zu sehen, daß der Hebelarm des sich aufsetzenden Gewichtes möglichst klein ausfällt.

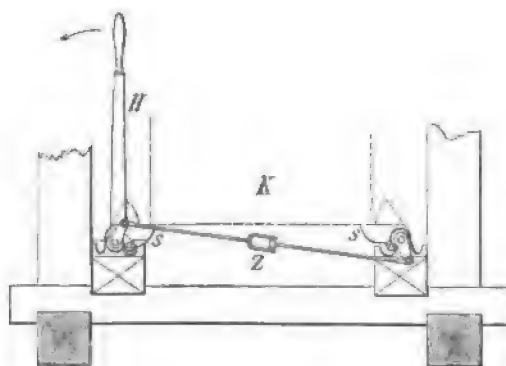


Fig. 396. Aufsatzvorrichtung.

**89. Aufsatzvorrichtungen mit drehbaren Stützen.** — Eine der zweckmäßigeren hierher gehörigen Einrichtungen ist die durch Fig. 396 dargestellte. In der gezeichneten Stellung ist der Schacht geschlossen und der Korb *K* steht auf den Stützen *s*, von denen je zwei auf jeder Seite des Schachtes angebracht sind. Bewegt man den Hebel *H* in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung, so drehen sich beide Stützen mit Hilfe der Zugstange in die

punktierte Richtung und der Schacht ist für den hinabgehenden Korb frei.

Andere Aufsatzvorrichtungen dieser Art<sup>1)</sup> sind weniger zweckmäßig, besonders wenn die Last lediglich von der Drehungsachse der Stützen aufgenommen, oder diese gar auf Abdrehen in Anspruch genommen wird.

**90. Vorrichtungen zum Aufhängen der Förderkörbe<sup>2)</sup>** sind zuerst von Evrard in St. Étienne, sodann auf Hohenlohegrube und Königsgrube in Oberschlesien, sowie auf Zeche Hannover in Westfalen u. s. w. angewendet. Bei ihnen sind die Stützen in Schlitzten angebracht, welche sich in den Leitbäumen befinden, und halten den Korb am oberen Ende schwebend. Dabei wird der Korb weniger gestaucht, als bei dem gewöhnlichen Aufsetzen.

**91. Riegel.** — Auf der Königsgrube in Oberschlesien waren Riegel in Gebrauch, welche in einen eisernen Kasten eingeschlossen sind und mit Hebeln vor- und zurückgeschoben werden. Man will dabei geringere

<sup>1)</sup> Preuß. Zeitschr. 1874, Bd. 22, S. 152; 1856, Bd. 3, S. 45. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1867, S. 361.

<sup>2)</sup> Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 147.

Abnutzung, als bei den vorher angewendeten Caps bemerkt haben, was aber vielleicht an deren unzuweckmäßiger Einrichtung gelegen hat. Jedenfalls kann bei Unvorsichtigkeit der Arbeiter leicht ein Unterfassen des Gestelles unter die Riegel stattfinden, und stehen deshalb sowohl diese Einrichtung als noch mehrere<sup>1)</sup> andere den vorhin beschriebenen nach.

**92. Hydraulische Schachtfallen von Frantz.** — Den eben erwähnten Vorrichtungen haftet der Übelstand an, daß man das Fördergestell, bevor es in den Schacht zurückgelangen kann, erst von den Caps abheben muß. Damit ist aber Zeitverlust und die Bildung von Hängeseil am unteren Gestelle verbunden, welches in der Regel rasch und deshalb mit einem heftigen Stoße weggeholt wird. In diesem Umstande dürfte aber in erster Linie der Grund für die Erscheinung zu suchen sein, daß die Förderseile am unteren Ende so schnell brüchig werden und deshalb, um größeren Schaden zu vermeiden, öfter abgehauen werden müssen.

Dieser Übelstand wurde zuerst durch die hydraulischen Schachtfallen von Frantz beseitigt. Dieselben weichen nach beendeter Abfertigung des Gestelles durch eine einfache Hebelbewegung von selbst zurück und gestatten dem Gestelle ein sofortiges Niedersinken, so daß die Maschine stets mit straffem Seile anhebt.

Die Wichtigkeit dieses Umstandes ergibt sich besonders bei Anwendung von Fördergestellen mit 2 Böden à 2 Wagen.

Rechnet man für:

1 Fördergestell . . . . .	2000 kg
1 leeren Wagen . . . . .	250 -
1 Füllung . . . . .	500 -

und nimmt außerdem volle Seilausgleichung durch Unterseil an, so ergibt sich folgendes:

Nachdem auf der Hängebank die zwei vollen Wagen des unteren Bodens gegen zwei leere und auf der Anschlagsohle die zwei leeren Wagen des oberen Bodens gegen zwei volle ausgetauscht sind, muß man bei gewöhnlichen Caps das obere Gestelle anheben, um es sodann zur Abfertigung des oberen Bodens einhängen zu können. Dabei beträgt das zu hebende Gewicht:

Förderschale . . . . .	2000 kg
2 volle Wagen . . . . .	1500 -
2 leere Wagen . . . . .	500 -
Summe	4000 kg.

Bei hydraulischen Caps fällt das Anheben fort, das obere Fördergestell sinkt nieder und gleicht damit das Gewicht des unteren Gestelles mit Inhalt, welches gleichfalls 4000 kg beträgt, vollkommen aus, so daß die Maschine nur die Reibungswiderstände zu überwinden hat.

<sup>1)</sup> Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 184.

Befinden sich nun nach vollständiger Abfertigung im unteren Gestelle vier volle und im oberen vier leere Wagen, so beträgt das größte von der Maschine zu hebende Gewicht  $5000 - 3000 \text{ kg} = 2000 \text{ kg}$ , also nur die Hälfte desjenigen beim Anheben des Gestelles von gewöhnlichen Caps, mithin könnte auch die Stärke der Maschine um 50% kleiner genommen werden, wenn man nicht auf den Fall Bedacht nehmen müßte, daß die hydraulischen Caps bisweilen den Dienst versagen.

Die hydraulischen Caps, wie dieselben nach dem Patente Frantz (D. R. P. Nr. 16971) auf dem Mellinschachte I, auf den Kreuzgräbenschächten der Grube Sulzbach-Altenwald und auf den Schächten Dechen und Camphausen bei Saarbrücken<sup>1)</sup> eingebaut sind (Taf. V, Fig. 1 bis 5), bestehen im wesentlichen für jedes Fördertrumm aus vier mit Stopfbüchsen und Plunger versehenen Plungerröhren *e* (Fig. 3), welche durch schmiedeeiserne Röhren *f* (Fig. 1 u. 2) miteinander verbunden sind.

Jeder Plunger ist mit einem Doppelhebel *g* (Fig. 2, 4, 5) versehen, welcher seinen Drehpunkt *h* im Plunger selbst hat. Das eine Ende des Doppelhebels greift unter die fest verlagerte Achse *i*, während das auf dem Plunger ruhende Ende als Stützpunkt für den Boden *B* des Gestelles dient. Die Aufwärtsbewegung der Plunger und der Doppelhebel wird durch den mit Wasser gefüllten Akkumulator *K* besorgt (Fig. 1 u. 3.)

Das heraufkommende Fördergestell dreht das vordere Ende des Hebels *g* leicht nach oben (Fig. 5), letzterer fällt dann sofort vermöge seines Übergewichtes wieder in die horizontale Stellung (Fig. 3) zurück, das Gestell setzt sich auf und wird vom Wasser getragen, weil die Verbindung des Akkumulators mit dem Plungerrohre durch den Hahn *l* (Fig. 2) abgesperrt ist.

Soll das Gestell niedergehen, so wird der Hahn *l* mit dem Hebel *m* (Fig. 1 u. 2) geöffnet, worauf das Gewicht des Gestelles den Plunger niederdrückt, bzw. das Wasser im Plungerrohre in den Akkumulator zurückdrängt, bis der Hebel *g* die in Fig. 4 angedeutete Stellung einnimmt.

Ist der Boden des Fördergestelles am Hebel vorbei, so bringt der Akkumulator die Plunger mit den Hebeln *g* wieder in die höchste Stellung und der Hahn *l* wird geschlossen.

Zum Füllen des Apparates und um das verloren gegangene Wasser wieder ersetzen zu können, ist am oberen Ende des Akkumulator-Plungers ein Rohr mit Absperrhahn angebracht. Damit ferner beim Füllen die Luft entweichen kann, befinden sich an den Plungerröhren *e* Schrauben mit rechtwinklig zueinander stehender Bohrung.

Die hydraulischen Caps von Frantz lassen sich übrigens nur auf der Hängebank, nicht auf den Füllörtern der verschiedenen Abbausohlen anbringen, weil sie den Schacht für das niedergehende Fördergestell selbsttätig verschließen.

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 247.

Die hydraulischen Caps auf Camphausen I<sup>1)</sup> haben wegen des soliden eisernen Schachtausbaues eine etwas andere Einrichtung bekommen. Die vier Plunger-Caps *p* (Fig. 397) stehen schräg und haben oben ein um einen Bolzen drehbares Ende *c*. Dasselbe kann, wenn der hydraulische Apparat versagen sollte, mit Hilfe des Hebels *h* und der Zugstange *z* ebenso, wie es bei gewöhnlichen Caps der Fall ist, aus- und eingedrückt werden.

Eine weitere Abweichung von der Frantzschen Einrichtung ist die, daß kein Akkumulator, sondern ein Windkessel (*W* in Fig. 397) benutzt wird. Derselbe wurde anfangs bis etwas unter der Mitte mit Wasser, in dem übrigen Raume aber mit Luft von 2 Atm. Überdruck gefüllt, welche denselben Zweck hat, wie das Gewicht des Akkumulators, beim Hubwechsel aber durch ihre Elastizität vorteilhafter wirkt. Später wurde statt des Wassers Vaselineöl zum Füllen benutzt, welches erst bei  $-26^{\circ}$  gefriert. Es wurden seither täglich 1200 bis 1300 Wagen Kohlen und Berge gefördert, ohne daß es irgend einmal nötig gewesen wäre, die Vorrichtung zum Handbetriebe anzuwenden. Die Belastung der Caps beträgt: Fördergestell 2200 kg, dazu 6 Wagen 1800 kg mit 3000 kg Kohlenlast, also zusammen 7000 kg. Der Druck auf die Plunger, welchen diese Last in der Ruhe ausübt, beträgt ca. 40 kg auf 1 qcm.

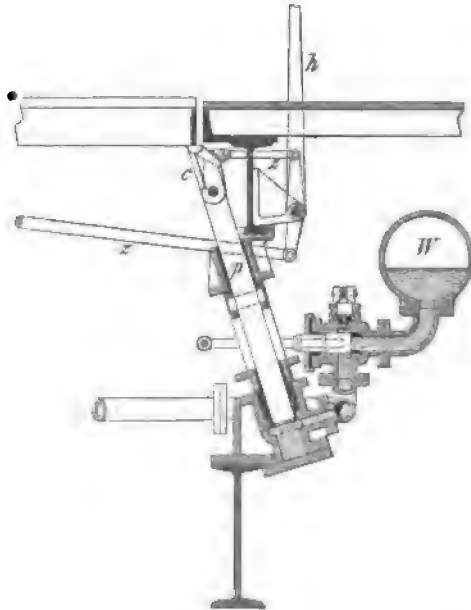


Fig. 397. Hydraulische Caps auf Schacht Camphausen I.

93. **Hydraulische Schachtfallen von Rosenkranz** sind der Fabrik von Gildemeister & Kamp in Dortmund<sup>2)</sup> patentiert (D. R. P. Nr. 9913 und 17533) und auf dem Massener Tiefbau sowie auf Zeche Westfalia in Westfalen angewendet.

Hierbei sind aufrechtstehende Caps auf der Anschlagsohle angebracht und ruhen ebenfalls auf Plungerkolben, welche ihr Druckwasser von einem höher stehenden Wasserkasten bekommen. Sobald das obere Gestell sich auf gewöhnliche Caps an der Hängebank aufgesetzt hat, das

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 289.

2) Ebenda 1882, Bd. 30, S. 247.

untere also frei hängt, werden die hydraulischen Caps durch Öffnen eines Hahnes in der Druckwasserleitung unter den Boden des unteren Gestelles gedrückt. Nach erfolgtem Wagenwechsel sperrt man durch anderweite Drehung des Hahnes das Druckwasser ab, wobei gleichzeitig das gebrauchte Wasser abfließt und das Gestell sich senkt. Dies hängt sich allmählich ins Seil und hebt vermöge seines Übergewichtes das obere Gestell von den gewöhnlichen Caps ab, worauf die Förderung mit gespannten Seilen beginnen kann. Dabei ist zu bemerken, daß ein Übergewicht des unteren Gestelles nur dann vorkommen kann, wenn man Gestelle mit 1 Boden anwendet, bei solchen mit 2 Böden nur in dem Falle, wenn keine vollständige Seilausgleichung stattfindet, weil dann nur das im Schachte hängende Förderseil das Übergewicht liefert.

Da die Caps beim Gange der Förderung zurückgelegt sind, so kann die Vorrichtung von Gildemeister & Kamp auch auf Zwischensohlen angewendet werden, sonst aber dürften die zuerst beschriebenen hydraulischen Caps empfehlenswerter sein, zumal sie die Anwendung von Unterseil gestatten, bezw. verlangen.

Die auf der Grube Gouley bei Aachen an der Hängebank angebrachten hydraulischen Caps, Patent Baumann<sup>1)</sup>, sind so eingerichtet, daß das aufgehende Gestelle selbsttätig die Absperrvorrichtung eines mit Druckwasser gefüllten Zylinders öffnet, infolgedessen die Caps sich in den Schacht drehen, nach oben steigen und das Fördergestelle bis auf die Höhe der Hängebank heben. Der Maschinenwärter veranlaßt durch einen Hebelzug das Sinken der Caps.

Auf den Erntschächten bei Eisleben sind hydraulische Caps zum Aufhängen der Fördergestelle angebracht, welche jedoch häufigen Störungen ausgesetzt sind.

Diese Schachtfallen haben neben ihren großen Vorzügen noch einen bedenklichen Nachteil. Bei Unachtsamkeit des Signalgebers kann es vorkommen, daß über dem, auf den Schachtfällen ruhenden Fördergestelle Hängeseil entsteht. Bei vorzeitigem Öffnen der Schachtfalle erfolgt dann ein nahezu freies Fallen des Gestelles, welches einen Bruch des Förderseiles veranlassen kann.

Um diesem vorzubeugen, wurde auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken an den hydraulischen Schachtfällen von Frantz ein Sicherheitsapparat<sup>2)</sup> angebracht, welcher bewirkt, daß das Signalgeben zum Niederlassen des Fördergestelles nicht früher erfolgen kann, als bis durch Öffnen des Verbindungsventiles mit dem Akkumulator die Möglichkeit des Sinkens der Förderschale gegeben ist.

**94. Schachtfalle von Ochwaldt.** — Auf mehreren Schächten der Grube von der Heydt bei Saarbrücken ist die dem dortigem Werkmeister Ochwaldt

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 32, S. 292.

2) Ebenda 1884, Bd. 32, Taf. XI, Fig. 7—11.

patentierte Schachtfalle (D. R. P. 20008) in Gebrauch. Die ursprüngliche Einrichtung<sup>1)</sup> ist durch Anbringen eines Kniestückhebelwerkes an Stelle der früheren einfachen Hebel wesentlich verbessert<sup>2)</sup>. Das segmentförmige Stück *s* (Fig. 398) stemmt sich, sobald sich der Korb auf die Daumen *d* setzt, gegen den Hebel *h*. Damit dieser nicht abspringt, ist er oben durch den Kniehebel *KK'* gehalten, welcher durch das einseitige Übergewicht des als Handhebel dienenden Kniestückes *K* stets nach oben durchgedrückt ist und sich mit einer Nase *n* des zweiten Kniestückes *K'* so gegen eine feste Wand stemmt, daß eine gewisse Mittellage nicht überschritten werden kann. Soll der Förderkorb abwärts gehen, so braucht der Anschläger nur das erste Kniestück *K* am Handgriff aufzuheben. Sobald das Knie gestreckt ist, bringt das Korbgewicht den Hebel *h* zum Abspringen. Während des Korbdurchganges bleibt der Hebel *h* infolge der Segmentform des Stückes *s* in der Ausrücklage und wird, sobald die Falle sich wieder gehoben hat, durch die Feder *f* in die Anfangsstellung zurückgetrieben. Durch diese Anordnung wird zunächst erreicht, daß der Hebel *h* niemals durch den Stoß des aufsetzenden Gestelles abspringen kann, und ferner, daß das Ausrücken selbst bei den schwersten Gestellen nur eine sehr geringe Kraft erfordert.

Damit jedoch nach dem Abspringen des Hebels *h* das Gestelle seiner Unterstützung nicht zu plötzlich beraubt wird, ist ein Katarakt angebracht, welcher die Drehung der Welle *w* verlangsamt und nach dem Passieren des Gestelles die Falle schließt.

Der Katarakt besteht aus dem, durch Kette und Kettenscheibe *r* mit der Welle *w* verbundenen Zylinder *c*, welcher über einen feststehenden Kolben gleitet. Die beiden fast ganz mit Flüssigkeit gefüllten Räume über und unter dem Kolben stehen mittels eines in der Zylinderwand befindlichen Kanales in Verbindung, der durch den Hahn *a* beliebig verengt werden kann. Der Widerstand im Zylinder wird so geregelt, daß sich der Korb nur allmählich ins Seil hängen kann. Hat er die Falle verlassen, so dreht der Katarakt die Welle *w* wieder in die frühere Lage zurück und stemmt sich alsdann das Segmentstück *s* wieder gegen den Hebel *h*.

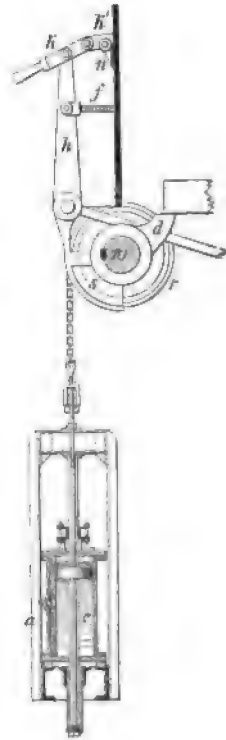


Fig. 398.  
Schachtfalle von Ochwaldt.

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, Taf. XI, Fig. 12—14.

2) Ebenda 1886, Bd. 34, S. 257. — Österr. Zeitschr. 1886, Nr. 48—52.

95. **Schachtfalle mit Kniehebel von Stauss.** Taf. VI, Fig. 6 bis 11 (D. R. P. Nr. 24583 nebst Zusatzpatent Nr. 28904)<sup>1)</sup>. — Die Schachtfalle von Stauss verfolgt denselben Zweck, wie die vorgenannten und ist wegen ihrer Einfachheit und Billigkeit auf einer Anzahl großer Gruben in Ober-, Nieder- und Österreichisch-Schlesien mit bestem Erfolge eingeführt worden. Die Fig. 6, 7, 8 und 10 zeigen die gesamte Anordnung und zwar auf Holzfedern (nach C. Hoppe, Berlin), die Fig. 9 und 11 die Einzelheiten. Der Lagerbock *A* trägt die Ausrückwelle *L* mit dem fest angeschlossenen Handhebel *H* und Hebel *K*, die Welle *D* mit dem fest auf ihr sitzenden Hängeeisen *E* und dem darin befestigten Zapfen *B*. Auf dem letzteren sitzt drehbar der einarmige Aufsatzknaggen *C*, welcher außerdem auf der schrägen Fläche *X* des Lagerbockes *A* beweglich ruht. Ferner sitzt auf *B* das Gelenkstück *F*, welches mittels des Bolzens *J* mit dem Hebel *K* ein Kniegelenk bildet.

In Fig. 8 ruht das Gestelle *y* auf dem Knaggen *C*. Ein Zurückschieben desselben ist nicht möglich, so lange der auf dem Block *M* sich stützende Hebel *K* durch das Gewicht des Handhebels *H* in seiner horizontalen und somit das Kniegelenk *LJB* in gestreckter Stellung erhalten wird. Das Festhalten in vertikaler Richtung geschieht durch die Hängeeisen *E*, welche auf die in *A* gelagerten Wellen *D* drücken.

Wird jedoch der Hebel in die bei Fig. 8 angedeutete punktierte Lage gebracht, d. h. um  $\frac{1}{4}$  Kreis gedreht, so gelangt *J* nach *i* und *B* nach *b*, wodurch die Aufsatzknaggen *C* unter dem Förderkorbe weggezogen und gleichzeitig gesenkt werden, so daß der Korb frei in die Tiefe gehen kann (siehe Taf. VI, Fig. 10).

Nachdem das Gestelle wieder zur Hängebank gelangt ist, wird der Hebel *H* in seine erste Stellung zurückgelegt, die Knaggen treten dadurch hervor und das Gestelle kann wieder aufsetzen. Sollten die Knaggen vorzeitig vorgeschoben werden, so kann sie das heraufkommende Fördergestelle zurückklappen, weil sie um den Zapfen *B* drehbar sind, worauf sie durch ihr eigenes Gewicht zurückfallen.

Die Reibung, welche beim Ausrücken zwischen den Flächen *x*, *y* und in den Gelenken auftritt, wird am Handhebel leicht überwunden, da die Last des Fördergestelles selbst die hauptsächlichste Arbeit verrichtet. Um ein Ausrücken der Schachtfalle bei 5000 kg Belastung zu erzielen, ist am Handhebel *H* nur eine Kraft von weit unter 20 kg aufzuwenden. Um das Seil stets soweit gespannt zu erhalten, daß das Gestelle nach dem Ausrücken nicht fallen kann, wird mittels einer von Freudenberg<sup>2)</sup> in Lipine O./S. angegebenen Spannvorrichtung das Seil kürzen schnell und

1) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 234. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingenieure 1885, Nr. 10.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1885, S. 187. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1886, S. 274.

leicht bewirkt, ist indes fast nur in den ersten Tagen bei neu aufgelegten Seilen erforderlich.

96. **Sonstige Schachtfallen.** — Bei der Schachtfalle von Nikolaus Sartorius und Wilhelm Holzer, Grube Dechen bei Saarbrücken (D.R.P. Nr. 33483), zieht man mittelst der Zugstange *h*, siehe Fig. 399, die Keile

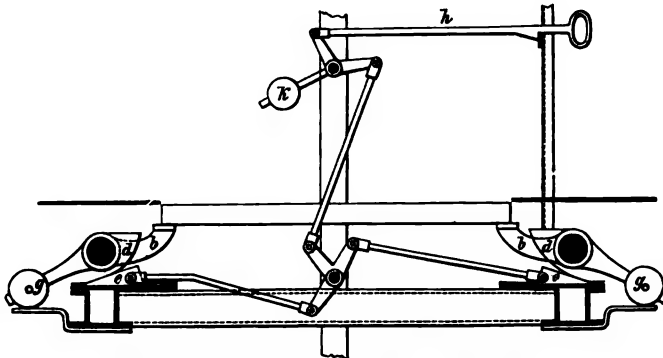


Fig. 399. Schachtfalle von Sartorius und Holzer.

*e* unter den Knaggen *d* fort, worauf das auf den Nasen *b* ruhende Fördergestelle sich senken kann. Die Gegengewichte *g* bringen die Nasen, nachdem sie das Fördergestelle verlassen hat, wieder in die gezeichnete Stellung zurück<sup>1)</sup>.

Während die so eingerichtete Schachtfalle für einen Kohlenaufzug Verwendung gefunden hat, ist sie auf Schacht Dechen I mit der Änderung eingebaut, daß an Stelle der Gegengewichte *g* Pufferfedern gebracht sind.

Hängestützen für denselben Zweck, von J. W. Schüller angegeben (D. R. P. Nr. 34343), sind u. a. auf der Grube Heinitz bei Neunkirchen in Anwendung<sup>2)</sup>.

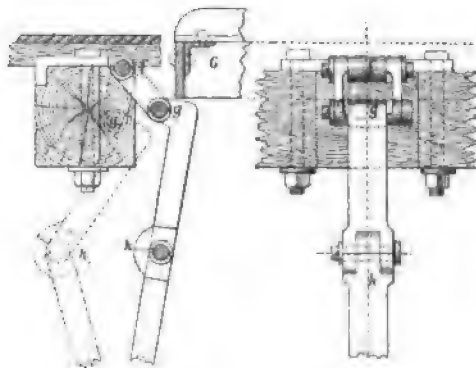


Fig. 400.  
Kniegelenkstützen von Gebr. Westmeier.

Auf mehreren westfälischen Zechen sind Kniegelenkstützen von Gebr. Westmeier in St. Johann-Saarbrücken (D. R. P. Nr. 79991) von der Maschinenfabrik Emil Wolff, Essen-Ruhr, eingebaut<sup>3)</sup>, siehe Fig. 400.

1) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 259, Taf. XVI, Fig. 5—7.

2) Ebenda S. 258, Taf. XV, Fig. 10—14.

3) Glückauf. Essen 1889, Nr. 2.



Dieselben haben ein einseitig knickbares Gelenk  $k$ , dessen beweglicher Kopf  $g$  in einem Gegenlenker  $f$  hängt. Sie eignen sich auch für seigere Bremschächte und sind so eingerichtet, daß durch Entfernung des Schacht-

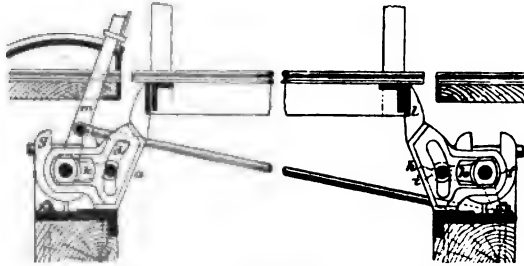


Fig. 401.

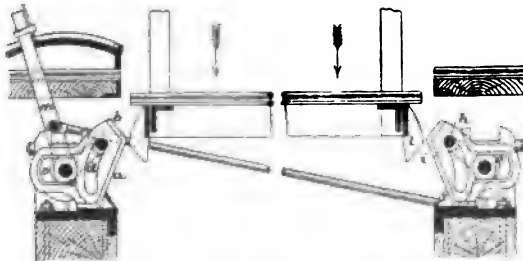
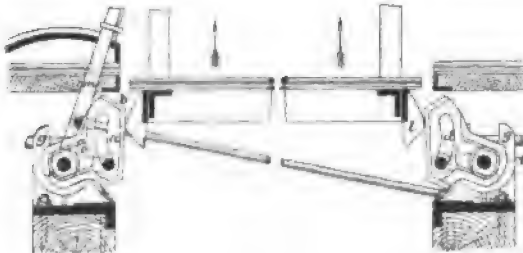


Fig. 402.

Fig. 403.  
Schachtfalle von Haniel und Lueg.

verschlusses das Förder oder Bremsgestelle gestützt und durch Wegziehen der Stützen gleichzeitig auch der Schachtverschluß hergestellt wird.

Eine vielfach erprobte, durch Sicherheit, geringe Abnutzung und leichte Handhabung sich auszeichnende Schachtfalle hat die Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf hergestellt (D.R.P. Nr. 34469), Fig. 401, 402 u. 403.

Die Stütze  $a$ , welche aus Stahl gefertigt ist, hat am Kopfe eine schiefe Ebene  $b$  und ist mit dem Schlitz  $d$  versehen.

Im Schlitz  $c$  führt sich der Rotgußstein  $e$ , der lose auf der in den Böcken  $g$  drehbar verlagerten Welle  $f$  sitzt. Im Schlitz  $d$  gleitet der mit der Stahlrolle  $h$  versehene Bolzen  $i$ , welcher die an beiden Seiten der Stütze  $a$  angebrachten und mit der Welle  $f$  verkeilten Hebel  $k$  miteinander verbindet. Diese letzteren

werden von dem Handhebel  $m$  in horizontaler Lage gehalten. An den Rahmen des Fördergestelles sind die stählernen Gegenstützen  $l$  angenietet, mittels welcher das Gestelle auf der schiefen Ebene  $b$  der Stützen  $a$  aufruhet.

Solange die Hebel  $k$  durch den Handhebel  $m$  in der Fig. 401 gezeichneten Stellung gehalten werden, kann die Stütze  $a$  unter der Last des Gestelles nicht ausweichen, weil der Bolzen  $i$  ein Verschieben derselben in horizontaler Richtung nicht zuläßt, das Gestelle sitzt also auf.

Sobald nun mit Hilfe des Handhebels *m* die Welle *f* mit den Hebeln *k* zurückgedreht wird, wobei der Bolzen *i* mit der Rolle *h* in dem Schlitz *d* aufwärts rückt, so wird durch das Gestellgewicht ein selbsttätiges Verschieben der Stützen *a* nach auswärts eingeleitet, sie gleiten auf der Grundplatte des Lagerstuhls *g* so weit zurück, bis das Gestelle sich abwärts bewegen kann (s. Fig. 402).

Durch Vorwärtsbewegen des Handhebels *m* wird die Stütze *a* in die ursprüngliche Lage gebracht.

Das aufwärts gehende Gestelle öffnet die Schachtfalle selbsttätig, indem die Stützen *a* durch die an den Korb angenieteten Gegenstützen *l* um die Welle *f* aufwärts gedreht werden, weshalb der Schlitz *d* in der Stütze konzentrisch zur Welle *f* nach unten fortgesetzt ist (s. Fig. 403). Nach dem Durchgange des Gestelles fallen die Stützen durch ihr Eigengewicht zurück und das Gestelle setzt wieder auf<sup>1)</sup>.

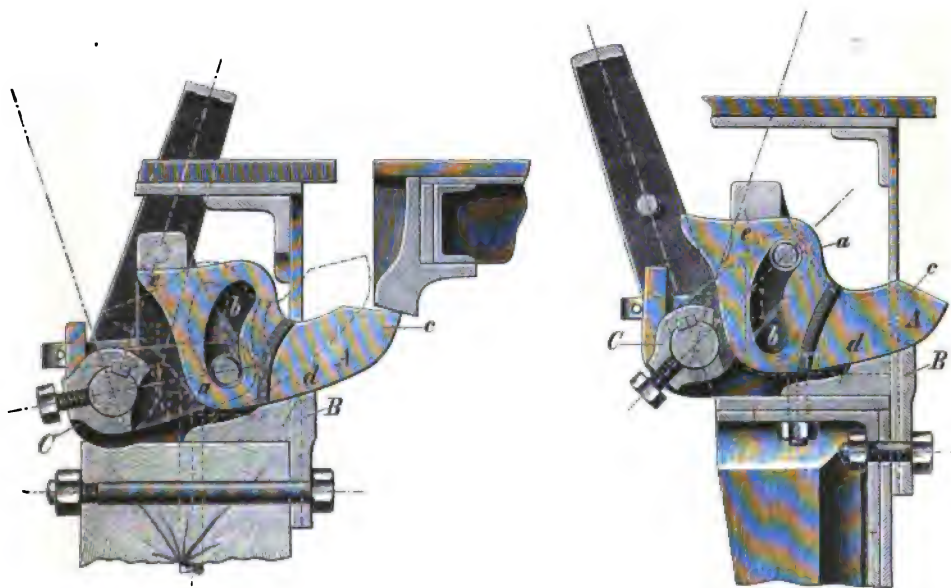


Fig. 404 u. 405. Schachtfalle von A. Beien.

Bei den Schraubenhängestützen von Schüller<sup>2)</sup> werden die Fänger durch eine mit einer Handkurbel versehene Schraubenspindel festgestellt, bzw. gelöst.

Die Schachtfalle von W. Albrecht<sup>3)</sup> in Göttelborn unterscheidet sich

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 135.

2) Ebenda 1886, Bd. 34, S. 258; 1889, Bd. 37, S. 235.

3) Österr. Zeitschr. 1894, S. 88.

von den vorgenannten im wesentlichen dadurch, daß die Stützen nicht verschiebbar, sondern drehbar auf der Welle angeordnet sind.

Bei der Aufsatzvorrichtung von A. Beien in Herne i. W. setzt in Fig. 404 das Fördergestelle auf der etwas geneigten Fläche  $c$  des Capsriegels  $A$  auf. Der hierdurch erzeugte Druck wird von der Druckfläche  $d$  und Widerlagsfläche  $e$  des Gehäuses  $B$  aufgenommen. Beide Flächen  $d$  und  $e$  bilden in der Vertikalebene ein Stück Peripherie von ein und demselben Mittelpunkt. Die mittleren Tangenten der beiden Flächen  $d$  und  $e$  bilden einen Winkel, welcher dem Reibungswinkel entspricht und wird dadurch der Druck gegen den Bolzen  $a$  auf ein Minimum reduziert. Beim Zurückziehen des Riegels  $A$  macht derselbe nicht nur eine rückwärts-, sondern auch durch die kreisende Drehung eine abwärtsgehende Bewegung, wodurch das Fördergestelle abgeleitet.

Fig. 404 zeigt außerdem in punktierten Linien, wie der Capsriegel von dem aufgehenden Fördergestelle zurückgeschlagen ist. Fig. 405 stellt den zurückgezogenen Capsriegel dar.

## 8. Kapitel.

### Sonstige Einrichtungen bei der Gestelleförderung.

97. Die Abschwächung des Stoßes beim Aufsetzen des unteren Gestelles ist im Interesse der Schonung für Gestelle sowohl, als für Räder und Achsen der Förderwagen wünschenswert. Bei dem in 81. erwähnten, aus Röhren angefertigten Gestelle von Edwards treffen die Füße zu diesem Zwecke auf Puffer. Außerdem bedient man sich hölzerner Balken, welche gleichfalls durch Stahlfedern oder Gummipuffer gestützt sind<sup>1)</sup>. Sterne<sup>2)</sup> läßt die Schale auf hohle, unten offene Zylinder treffen, welche in feste Zylinder tauchen und in diesen auf abwechselnden Lagen von Blech- und Kautschukringen ruhen, so daß diese sowohl, als die eingeschlossene Luft, als Polster dienen.

Hoppe (Berlin)<sup>3)</sup> hat in dem einen, seinen Namen führenden, Schachte der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien aus elastischem Schwellwerke eine sehr zweckmäßige, aber etwas verwickelte Unterlage für das Aufstoßen der Fördergestelle hergestellt.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1857, S. 30. — Polyt. Zentralbl. 1868, S. 1369.

2) Mining Journal 1868, S. 696. — v. Hauer a. a. O. II, S. 237.

3) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1870, Bd. 14, S. 620. — Preuß. Zeitschr. 1871, Bd. 19, S. 67. — Serlo a. a. O. 1884, II, S. 191.

In sächsischen Gruben werden zu demselben Zwecke die Fröbelsche<sup>1)</sup> und die Eißnersche<sup>2)</sup> elastische Aufsatzvorrichtung angewendet. Bei der letzteren trifft der Stoß zunächst auf ein Luftpolster und sodann auf Kolben, welche in mit Öl gefüllten Zylindern spielen. Das Öl wird durch eine enge Öffnung in ein 20 m höher stehendes Gefäß gedrückt. Nach erfolgtem Aufheben des Gestelles drückt die Ölsäule die Bremskolben wieder nach oben. Auch die Luftpuffer werden dann, und zwar je durch eine Spiralfeder wieder gehoben, wobei mittels eines Kurbelventils wieder neue Luft eingesaugt wird.

**98. Verhütung des Überwindens über die Seilscheibe.** — Bei Unaufmerksamkeit des Maschinenwärters, oder bei einem Fehler im Steuermechanismus der Maschine, kann es vorkommen, daß das Gestell bis an die Seilscheiben gelangt, womit ein Reißen des Seiles und ein Zurückfallen des Gestelles auf die geschlossenen Caps, gewöhnlich auch in den Schacht hinein, verbunden zu sein pflegt. Das sicherste Mittel dagegen ist die Anwendung von selbsttätigen Bremsen an der Fördermaschine, welche sofort und sicher in Tätigkeit treten, sobald das Gestell über eine gewisse Höhe hinaus gekommen ist.

Bis jetzt haben sich von den hierher gehörigen Apparaten diejenigen von Römer in Freiberg (D. R. P. Nr. 61480) und von Paschke daselbst bewährt.

Der erstere ist so eingerichtet, daß er beim unachtsamen Treiben, selbst bei sehr wechselnden Fördergeschwindigkeiten, die Fördermaschine immer rechtzeitig anhält und bei Vornahme des Sohlenwechsels sowohl sich selbst, als auch das mit ihm verbundene Glockensignal und den Teufenzeiger ohne Zutun des Maschinenwärters für die Förderung aus der neuen Teufe richtig einstellt.

Der Apparat von Paschke bewirkt ebenfalls das Anhalten der Fördermaschinen in den gefahrdrohenden Momenten durch rechtzeitiges Auslösen eines Dampfsperrventiles bei gleichzeitigem Eingreifen einer mit einem hydraulischen Sperrwerke versehenen Gewichtsbremse<sup>3)</sup>.

Ein anderer dieselben Zwecke verfolgender Apparat, welcher eine einfachere Einrichtung, als die oben beschriebene zeigt, ist derjenige von Baumann, angefertigt wird derselbe von Eintrachthütte O./S.

Außerdem hat man auch sogen. Seilauslöser zwischen Seil und Schurzkette eingeschaltet. Von den verschiedenen Einrichtungen<sup>4)</sup> sei hier nur diejenige von Ormerod<sup>5)</sup> beschrieben. Dieselbe besteht aus drei

1) Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1893, S. 137.

2) Ebenda 1894, S. 101.

3) Österr. Zeitschr. 1892, Nr. 34.

4) Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 382 (Walker). — Ebenda 1877, Bd. 25, S. 162.

5) Dingers polyt. Journ. Bd. 189, S. 30; Bd. 220, S. 209. — The Mechanics Magazine, April 1868, S. 293. — Mining Journ. London, Vol. 45, S. 433. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876, S. 303.

Scheiben, von denen *c* zwischen *a* und *b* liegt (Fig. 406) und mit ihnen einen gemeinschaftlichen Drehbolzen *d* hat. Unter demselben sind die drei Scheiben durch einen Kupferstift *e* verbunden.

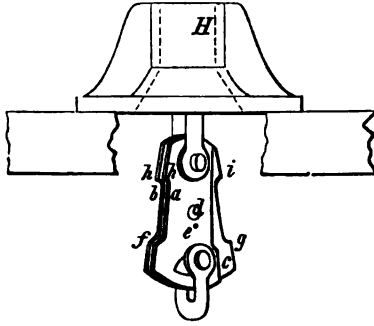


Fig. 406.

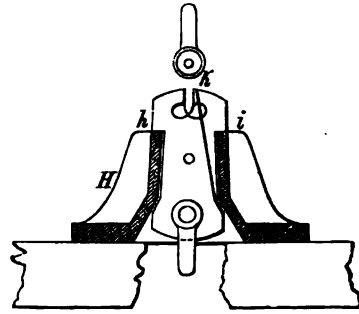


Fig. 407.

Seilauslöser von Ormerod.

Gelangt der Seilauslöser bis in einen über der Hängebank gut verlagerten und befestigten eisernen Hut *H* (Fig. 407), so setzen sich die Kanten *f* und *g* gegen entsprechende Abschrägungen im Innern des Hutes, die mit einer scharfen Kante versehene Platte *c* schert den Kupferstift ab, wird dabei am unteren Ende zwischen die beiden andern Platten geschoben, tritt aber gleichzeitig am oberen Ende aus denselben heraus, so daß sich die Haken *h* und *i* auf den oberen Rand des Hutes legen und so ein Zurückfallen des Gestelles verhüten.

Während der Kupferstift abgeschert wird, decken sich die am oberen Ende der Platte angebrachten Schlitzte *k* und das Seil wird frei.

Da man befürchtet, daß dieser Vorgang schon bei der Förderung, etwa durch herabfallende schwere Gegenstände, stattfinden könnte, so werden dergleichen Seilauslöser nicht häufig angewendet und sucht man denselben Zweck auf einfachere Weise dadurch zu erreichen, daß man oberhalb der Hängebank die Leitbäume etwas konvergieren läßt. Um gleichzeitig das Zurückfallen des Gestelles bei etwaigem Reißen des Seiles zu verhüten, werden in angemessener Höhe über der Hängebank Caps angebracht, welche nach dem Durchgange des Gestelles den Schacht selbsttätig schließen.

Auch die Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf hat einen Seilauslöser konstruiert, bei welchem ein selbsttätiges Auslösen während der Förderung ausgeschlossen sein soll<sup>1)</sup>.

99. Schachtverschlus<sup>2)</sup>. — Zur Vermeidung von Unfällen ist es nötig, den Schacht während des Ganges der Gestelle zu verschließen, entweder

1) Glückauf. Essen 1893, S. 885.

2) Zwangsläufige Schachtverschlüsse für Fahrschächte von Ad. Ernst. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 32 (1888), S. 176, 199. — M. Dabritz in Jahrb. f. d. B.- u. H. im Kgr. Sachsen 1889, S. 63. — Österr. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 222.

durch Gitter, welche mit der Hand in die Höhe geschoben und demnächst wieder herabgezogen werden, oder durch Türen, welche sich um Angeln drehen, durch Stangen, welche man zur Seite schiebt u. s. w.

Gegenwärtig verwendet man mehr die selbsttätigen Verschlüsse, u. a. möglichst leicht gebaute eiserne Gitter, welche sich an Drahtseilen oder an Stangen von Rundeisen führen, von den Gestellen beim Aufgange gehoben und beim Niedergange wieder herabgelassen werden.

Auf Gruben in Süd-Wales hat man horizontale Gitter, welche die Schachtöffnung bedecken.

Um den Stoß zu vermeiden, welchen die Gitter beim Unterfassen des Gestelles zu erleiden haben, hat man auf Camphausenschacht I der Grube Dudweiler-Jägersfreude einen einfachen und zweckmäßigen Schachtverschluss angewendet<sup>1)</sup>. Derselbe besteht für jede Seite eines Fördertrums aus einem als Schlagbaum wirkenden Gitter. Beide sind um eine gemeinschaftliche Achse drehbar und durch je ein 90 kg schweres Gegengewicht nahezu ausgeglichen, so daß die Gitter noch etwas Übergewicht behalten. An derselben Achse sitzt ein Hebel, welcher in den Schacht hineinragt, an seinem Ende eine Rolle trägt und vom aufgehenden Gestelle so weit gedreht wird, bis die Gitter aufrecht stehen. Die Rolle gleitet dabei an Seitenschienen des Gestelles, bei dessen Niedergange das Gitter zufällt.

Ein anderer Schachtverschluß ist dem Ingenieur Pösch in Dux (Böhmen) patentiert<sup>2)</sup>. Derselbe wird von der Seilkorbwelle aus mit etwas Voreilung bewegt, so daß das Anheben ohne jeglichen Stoß erfolgt.

Andere selbsttätige Verschlüsse sind u. a. auf den Gruben Hibernia und Germania in Westfalen, Reden<sup>3)</sup>, Altenwald<sup>4)</sup> (Kreuzgrabenschacht), sowie auch bei einem Kohlenaufzuge der Grube Gerhardt Prinz Wilhelm<sup>5)</sup> bei Saarbrücken, außerdem auf dem Emser Blei- und Silberwerke (D. R. P. Nr. 24 856), in Holzappel<sup>6)</sup>, auf Hibernia in Westfalen<sup>7)</sup>, ferner auf dem Kupfererzbergwerke Gute Hoffnung bei Werlau (Bergrevier Koblenz II)<sup>8)</sup>, im Salzbergwerke Hercynia bei Vienenburg von Lattau (D. R. P. Nr. L 6393 V)<sup>9)</sup>, auf dem Spes-Schachte der Friedrichsgrube zu Tarnowitz (Oberschlesien)<sup>10)</sup> und in den Gruben bei Falkenau in Böhmen (System Kuttner)<sup>11)</sup> angebracht.

1) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 252.

2) Glückauf. Essen 1886, Nr. 58. — Österr. Zeitschr. 1885, S. 303.

3) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 251.

4) Ebenda 1881, Bd. 29, S. 258.

5) Ebenda S. 259.

6) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 288.

7) Ebenda 1885, Bd. 33, S. 231.

8) Ebenda 1882, Bd. 30, S. 258.

9) Ch. Demanet a. a. O. S. 429.

10) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 258.

11) Österr. Zeitschr. 1902, S. 651.

An den Füllörtern verwendet man horizontal verschiebbare Stangen, deren Länge etwas größer ist, als die Breite eines Fördertrumms.

100. **Wetterdichte Schachtverschlüsse.** — An dieser Stelle ist noch der wetterdichten Schachtverschlüsse zu gedenken. Dieselben werden angewendet, wenn ein ausziehender, über Tage mit einem saugenden Ventilator durch einen Kanal in Verbindung stehender Wetterschacht zur Förderung benutzt werden soll. Der sonst feste Verschuß muß in diesem Falle so eingerichtet werden, daß er in die Höhe geht, wenn das Fördergestelle an der Hängebank erscheint und daß er sich mit dem hinabgehenden Fördergestelle senkt. Bevor der Verschuß sich hebt, tritt das Fördergestelle in eine, im oberen Teile des Schachtes angebrachte dichte Holzverschalung ein, in welcher das Fördergestelle selbst die Abdichtung besorgt.

Ein solcher Verschuß ist der von Briart<sup>1)</sup>, welcher u. a. früher auf dem Wetterschachte der Zeche Westfalia bei Dortmund angewendet wurde.

Ähnliche Schachtdeckel waren auch auf Maybachschacht I angebracht<sup>2)</sup>.

Statt durch bewegliche Deckel kann man den Schacht auch durch ein als Schleuse wirkendes Gebäude abschließen. Das Aus- und Einschieben der Wagen erfolgt dann durch einen mit Türen versehenen Gang<sup>3)</sup>. Eine solche Einrichtung ist u. a. auf der Steinkohlengrube Neue Cons. Friedenshoffnung bei Hermsdorf in Niederschlesien getroffen<sup>4)</sup>.

Alle derartige Verschlüsse erfüllen jedoch ihren Zweck nur unvollkommen und geben zu namhaften Wetterverlusten Veranlassung. Man ist deshalb dazu übergegangen, Wetterschächte dadurch zur Förderung einzurichten, daß man die Wettermaschine auf der Wettersohle aufstellt, wobei der Schacht ganz offen bleibt.

Die Nachteile jedoch, welche die untertägige Aufstellung der Wettermaschinen ohne Zweifel mit sich bringt, war schon die Veranlassung, daß man in Shamrock bei Herne die saugende Bewetterung mit einem auf der Wettersohle aufgestellten Geißlerrade, trotz der günstigen Leistungen wieder aufgegeben hat und daß der Bergwerksdirektor Bentrop in Neumühl bei Hamborn einen Schacht, der gleichzeitig zur Förderung und in seinem ganzen Querschnitte zur Wetterführung benutzt werden sollte, mit dem Schachtgebäude und der Verladehalle luftdicht abschloß<sup>5)</sup>. Dabei werden die geförderten Kohlen und Berge innerhalb des unter Depression oder Kompression stehenden Abzugs- und Sturzraumes in dichte Behälter gestürzt, Luftschleusen aber zum Unterschiede von anderen ähnlichen Einrichtungen lediglich während des Schichtwechsels zum Durchschleusen der Arbeiter benutzt.

1) Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 386, Taf. VIII, Fig. 14, 15.

2) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 303.

3) Ch. Demanet a. a. O. S. 429.

4) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 136.

5) Glückauf. Essen 1901, S. 886.

Die unter D. R. P. Nr. 105770 patentierte, seit dem Monat Juli 1900 in Betrieb befindliche Einrichtung ist durch die schematische Fig. 408 veranschaulicht. An den Wetter- und Förderschacht *A* ist der Ventilator *B* angeschlossen. Die um das gut abgedichtete Fördergerüst *C* angebrachte Hängebank *D* ist durch das Gebäude *E* dicht umschlossen. Mittels der Wipper *F* findet die Entleerung der Förderwagen in die Vorratsbehälter *G* und *G*<sub>1</sub> statt, welche erforderlichenfalls mit Wasser gefüllt sind und aus welchen das Fördergut den Elevatoren *J* zufällt. Durch diese kann es zur weiteren Verladung gebracht werden. Der steuerbare einfache oder doppelte Schieber *H* verschließt zeitweise diese Behälter.

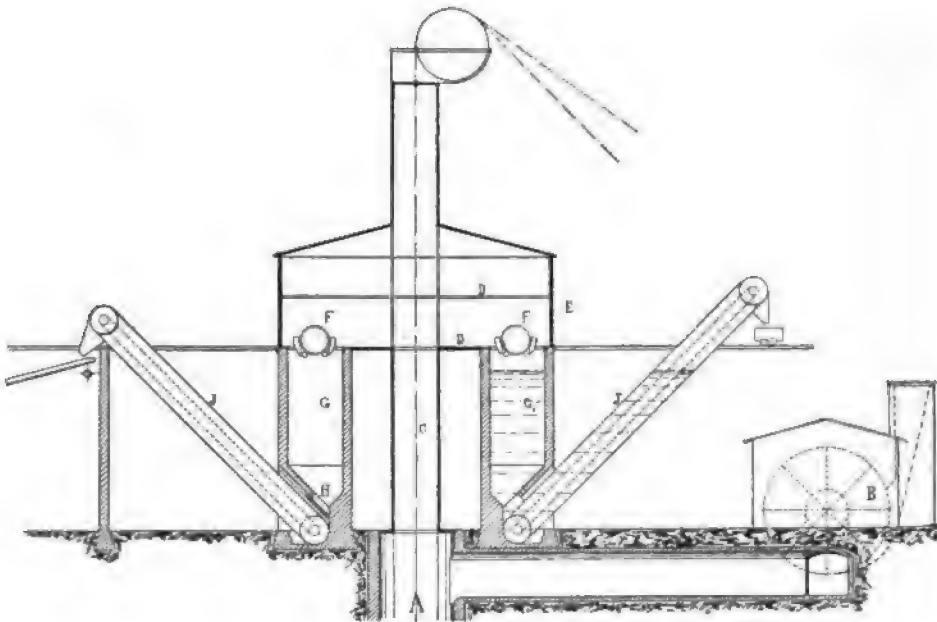


Fig. 408.

Der Bentrupsche Schachtverschluß gestattet die volle Ausnutzung des ganzen Schachtquerschnittes zur Förderung und Wetterführung bei derselben Leistungsfähigkeit, welche die Einrichtungen bei ausschließlich der Förderung dienenden Schächten haben.

In dem mit einem Wetterscheider versehenen Schacht III der Zeche Rheinpreußen ist im ausziehenden Wettertrumm, welches zur Förderung von der Wettersohle benutzt wird, eine dem Betriebsführer Hinselmann patentierte, sehr einfache Einrichtung getroffen, indem das Wettertrumm samt einer oberen Hängebank luftdicht abgeschlossen ist. Diese dient zum Wechseln der Förderwagen und ist mit einer darunter liegenden



Verladehängebank durch eine Luftschleuse, der »Schleusenbremse«, verbunden. Der für einen Wagen bestimmte Bremskorb führt sich mit Deckel und Boden dergestalt in der Schleusenbremse, daß in jeder Lage zwischen oberer und unterer Hängebank ein luftdichter Abschluß erzielt wird. Die Depression beträgt 85 mm bei einer Wettermenge von 3500 cbm pro Minute<sup>1)</sup>.

**101. Abfertigen der Fördergestelle.** — Bei der Steinkohlenförderung kommt es gewöhnlich auf das schnelle Wechseln der Wagen, bzw. das schnelle Abfertigen der Fördergestelle an. Jeder durch zweckmäßige Einrichtungen ermöglichte Zeitgewinn ist um so wichtiger, je öfter sich derselbe wiederholt.

Schon weiter oben (84) wurde erwähnt, daß eine passende Befestigung der Wagen in dieser Hinsicht wichtig sei, noch mehr aber läßt sich das Auswechseln beschleunigen, wenn die auf der Schale befindlichen Wagen auf der einen Seite herausgezogen und gleichzeitig die andern auf der entgegengesetzten Seite aufgeschoben werden.

Um dies »Durchschieben« erreichen zu können, muß schon bei Einteilung des Schachtes in Trümmer (III. 1) darauf Rücksicht genommen werden, daß das Pumpentrumm richtig gelegt wird, weil sonst über Tage das Gestänge, der Balancier oder die Maschine selbst, und auf dem Füllorte die Pumpenteile das Durchschieben der Wagen verhindern würden. Wetter- und Fahrtrummen kommen dabei weniger in Betracht, das letztere deshalb nicht, weil man die oberste Fahrt leicht verlegen und die unterste steil stellen kann.

Ferner hat man dafür zu sorgen, daß der Schacht sowohl an der Hängebank als auch auf der Anschlagsohle ringsum freisteht, was sich auf dieser durch Mauerung am besten erreichen läßt. Auf der Hängebank werden die vollen Wagen immer nach derselben Seite abgezogen, während die entleerten auf die entgegengesetzte Seite geschafft werden. Auf den Anschlagsohlen kommen die vollen Wagen in der Regel von beiden Seiten, während die abgezogenen leeren in entsprechender Zahl nach beiden Zufuhrstrecken geschafft werden müssen. Bei einem ringsum freistehenden Schachte läßt sich dies am bequemsten bewerkstelligen, andernfalls muß man den Rückweg für die leeren Wagen unter Tage durch Umbrüche herzustellen suchen.

Als Beispiel eines freistehenden Füllortes ist dasjenige im Maybachschachte II bei Saarbrücken zu erwähnen. Dasselbe hat im Grundrisse die Form einer Ellipse von 12 m, bzw. 8 m Achse, und ist von der Sohle bis auf eine Höhe von 2,75 m mit einer 0,77 m starken Backsteinmauer ausgekleidet. Auf dieser Mauer sitzt ein kuppelförmiger Eisenausbau, welcher in einer Höhe von 5 m, von der Streckensohle ab gerechnet, sich an den eisernen Ringausbau des Schachtes anschließt. Die Kuppel

1) Glückauf. Essen 1901, S. 653.

ist unten, der Form des Füllortes entsprechend, elliptisch, oben dagegen rund, dieselbe wird gebildet aus einem unteren, kräftigen, elliptischen Ringe von ungleichschenkligen Winkeleisen (110 zu 216 mm Schenkellänge bei 14 mm Schenkeldicke) und zwei oberen runden, gewöhnlichen, miteinander verschraubten Schachtringen, welche durch kräftige Sparren aus I-Eisen und eingienieteten Anschlußwinkeln miteinander verbunden sind <sup>1)</sup>.

Damit man die Wagen in unmittelbarer Nähe des Schachtes nach allen Richtungen hin frei bewegen kann, ist es zweckmäßig, Hängebank und Füllörter mit gußeisernen Platten zu belegen, deren Oberfläche mit den Kanten parallel laufenden Rippen versehen ist, weil die Arbeiter auf glatten Platten zu leicht ausgleiten.

Auch die Form der Gestelle kommt, wenn auch weniger wesentlich, für das schnelle Auswechseln in Betracht, insofern nämlich, als Gestelle mit zwei nebeneinander stehenden Wagen schneller abgefertigt werden können, als solche mit hintereinander stehenden Wagen.

**102. Förderung mit mehrbödigen Gestellen.** — Eine weitere Vermehrung der Förderleistung eines Schachtes hat man durch Gestelle mit mehreren Böden (Etagen) zu erreichen gesucht, deren jeder einen oder zwei Wagen trägt. Am häufigsten sind Gestelle mit zwei Böden und je zwei Wagen. In engen Schächten hat man solche von 3 bis 4, selten 6 Böden mit je einem Wagen.

Das Auswechseln der Wagen geschieht oben und unten entweder an einer oder an mehreren Stellen. Im ersteren Falle wird gewöhnlich zuerst auf der Hängebank der unterste, auf der Anschlagsohle der oberste Boden entleert, sodann folgen an der Hängebank der obere, an der Anschlagsohle der untere Boden.

Will man aber die Zeit noch mehr abkürzen, so geschieht das Auswechseln auf allen, bei vier Böden aber mindestens auf zweien derselben gleichzeitig.

Bei zweibödigen Gestellen vollzieht sich der Vorgang in folgender Weise:

Sobald der untere Boden des Gestelles *K* (Fig. 409) auf der Hängebank *A* angekommen ist, steht der obere Boden in gleicher Höhe mit einer entsprechenden Hängebank *B* und es werden gleichzeitig die Wagen beider Böden abgezogen. Da nun aber die vollen

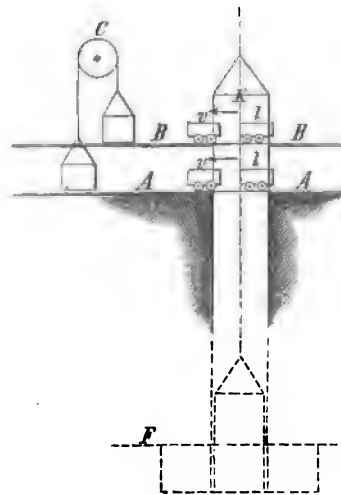


Fig. 409.  
Förderung mit Etagenkörben und Bremse.

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 239, Taf. IX, Fig. 7—9.

Wagen alle auf der Hängebank *A* zusammenkommen müssen, um zu den Stürzvorrichtungen geschafft zu werden, so hat man neben dem Schachte eine einfache Bremse *C* angelegt, welche beim Herablassen der vollen Wagen auch gleichzeitig die leeren nach oben schafft.

Auf dem Füllorte *F* muß dieselbe Einrichtung getroffen sein. Die dort ankommenden vollen Wagen werden teils direkt auf den oberen Boden geschoben, teils mittels einer Bremse um eine Bodenhöhe herabgelassen — wobei gleichzeitig der leere Wagen heraufkommt — und sodann dem unteren Boden zugeführt.

Da die Bremsen ziemlich viel Arbeitskräfte erfordern, so findet man auf vielen Gruben, daß die für das gleichzeitige Abziehen vorhandenen Einrichtungen nur ausnahmsweise benutzt werden.

Auf dem Schachte Preußen I bei Dortmund sind vor dem Hauptfördertrumm sowohl am Füllorte, als auch auf der Hängebank hydraulisch betriebene Hilfsfördergestelle angebracht, welche dazu bestimmt sind, auf der einen Seite die leeren, auf der andern die aus dem Fördergestell ablaufenden beladenen Wagen aufzunehmen. Auf dem Füllorte ist der Vorgang umgekehrt. Die Böden der Hilfs- und der Fördergestelle stehen geneigt, so daß sich der Wagenwechsel in der kürzesten Zeit vollzieht. Während die Fördergestelle im Schachte sind, erfolgt das Auswechseln der Wagen auf den Hilfsfördergestellen.

In Westfalen beträgt nach Nonne:

die mittlere Fördergeschwindigkeit . . . . .	6,5 m in 1 Sek.
die größte - . . . . .	15,0 - - 1 -
die mittlere Dauer eines Treibens . . . . .	48 Sekunden,
die mittlere Zeit für das An- und Abschlagen . . .	34 -
die gesamte Zeit für einen Zug durchschnittlich . .	82 -

**103. Kontrollvorrichtungen.** — Um die Anzahl der von jedem Arbeitspunkte geförderten, in dasselbe Gedinge gehörenden Wagen zu kontrollieren, wendet man in Westfalen vielfach das Verfahren an, die Arbeitsnummer, welche eine Kameradschaft führt, mit Kreide an die Wagen zu schreiben. Ein in der Nähe des Schachtes befindlicher Beamter schreibt die Nummern auf, welche vor dem Einlassen des entleerten Wagens wieder ausgelöscht werden.

Eine andere sehr verbreitete Methode ist die, daß Holzpflöcke, auf denen die Arbeitsnummer eingeschnitten ist, oben auf die Kohlen gelegt, bzw. gesteckt werden. Einer der Abzieher nimmt die Pflöcke ab und legt sie in das mit derselben Nummer versehene Fach eines Regales. Am Ende der Schicht werden die Pflöcke jeder Nummer gezählt, vom Produktenaufseher in das Förderregister eingetragen und an eine Tafel geschrieben, damit die ausfahrenden Arbeiter sich überzeugen können, daß die angeschriebene Wagenzahl mit der von ihnen gelieferten übereinstimmt.

Da es hierbei jedoch vorkommt, daß unredliche Arbeiter die aufgesteckte Nummer mit ihrer eigenen vertauschen, so hat man die Einrichtung getroffen, daß numerierte Blechmarken an zweimal gekrümmten Haken vor dem Füllen der Wagen an einer Innenwand derselben angebracht und nach dem Stürzen ebenso sortiert werden, wie die Pflöcke.

Gewöhnlich wird die Anzahl der abgefertigten Schalen gleichfalls kontrolliert, und zwar mit Hilfe eines Steckbrettes.

**104. Signale.** — Außer dem Zurufen mit und ohne Sprachrohr (Asphaltröhren auf Königsgrube O./S.) für geringe Tiefen hat man meistens Signalhämmer oder Signalglocken, welche durch Seile bewegt werden.

Will man von jedem beliebigen Punkte im Schachte aus signalisieren, wie es bei Tonnenförderung und auch bei Anwendung von Fahrkünstn wünschenswert ist, so wendet man Hanfseile an, die man beim Anziehen einigemale um den Arm schlingen kann. Haltbarer und im allgemeinen vorzuziehen sind dünne Seile von schwachem, verzinktem Drahte.

Recht zweckmäßig sind auch Stangensignale, wie sie bei der maschinellen Streckenförderung angewendet werden, weil bei ihnen keine Störung vorkommen kann. Auf der Grube Dudweiler konnte man das Anschlagen des Hammers bei 200 m Tiefe auf der Hängebank deutlich vernehmen<sup>1)</sup>.

Pfeifen-<sup>2)</sup> und Luftdrucksignale<sup>3)</sup> haben wenig Anwendung gefunden. Telephone sind auf den drei Förderschächten des Kölner Bergwerksvereins eingebaut und zwar auf Annaschacht ein Mikro-Telephone mit elektrischer Klingel als Anruf, auf den Schächten Karl und Emscher Siemenssche Telephone mit Ruftrompete. Auch auf den Eisenerzbergwerken Hohegrethe im Reviere Wissen und Gilberg im Reviere Siegen wurden Telephone bei der Schachtförderung eingeführt.

Dagegen sind die elektrischen Signale mehr und mehr in Aufnahme gekommen, indem man sowohl Batterien<sup>4)</sup> (Trockenelemente), als auch Induktionsapparate<sup>5)</sup> anwendet.

Durch die Drehung einer Kurbel um einen Halbkreis, abwechselnd nach rechts und nach links, schlägt durch den Polwechsel ein Hammer mit schrillum Tone gegen die eine oder andere Glocke. Die Leitungsdrähte sind durch Kautschukumhüllung isoliert.

Die wichtige Frage, mit Hilfe elektrischer Leitung vom Förderkorbe

1) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 205.

2) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 208; 1863, Bd. 11, S. 262.

3) Glückauf 1869, Nr. 8. — Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 380.

4) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 82.

5) Ebenda 1872, Bd. 20, S. 380; 1875, Bd. 33, S. 109. — Glückauf 1869, Nr. 5 u. 45; 1870, Nr. 45.

aus Signale geben zu können, ist durch mehrere Einrichtungen als gelöst zu betrachten<sup>1)</sup>.

Ein solcher vom Schmiedewerkführer Schulz hergestellter und demselben patentierter, auf den vier Schächten des königl. Steinkohlenbergwerks zu Zaukeroda ausgeführter Apparat besteht im wesentlichen aus je einem 5 mm dicken Drahtseile für jeden Förderkorb. Die Drahtseile sind oben und unten durch Spiralfedern gespannt und an den Enden zweier, über Tage und unter dem Füllorte drehbar verlagelter, eiserner Balken befestigt. Neben dem oberen Balken ist eine Gabel mit zwei horizontal liegenden Zinken angebracht. Der eine Leitungsdraht ist an dem unteren Arme der Gabel, der andere an einer mit Kupfer belegten, am oberen Eisenbalken befestigten Stahlzunge angeschraubt.

Bei horizontaler Lage der Balken liegt die Stahlzunge frei zwischen den Armen der Gabel, sobald aber eines der Seile nach oben oder nach unten bewegt und dadurch der obere Balken in eine schräge Lage gebracht wird, berührt die Stahlzunge den unteren Arm der Gabel und schließt somit den Strom.

Das Anziehen der Seile geschieht in der Weise, daß durch Bewegen eines Hebels vom Korb aus das zwischen zwei drehbaren Leitschuhen geführte und durch eine kleine Rolle am Ausweichen verhinderte Seil geklemmt und vom Fördergestelle mitgenommen wird.

Einen andern, nach Angabe des Bergwerksdirektors Dannenberg vom Mechanikus Otto Winkler in Dresden hergestellten und diesem patentierten Apparat zeigen die Fig. 410 und 411. Derselbe ist in einem gußeisernen, vorne durch einen Metalldeckel zu verschließenden und in der Nähe der Seilscheiben an einen vertikalen Balken festgeschraubten Kasten *aa* von 48 cm Höhe und 13 cm Breite untergebracht.

In der oberen und unteren Horizontalwand des Kastens ist die Gußstahlstange *b*, an welche sich unten ein 3 mm starker, bis zum Schachtiefsten laufender und mit einem Gewichte *g* beschwerter Draht aus verzinktem Gußstahl anschließt, vertikal geführt. Eine Spiralfeder aus gehärtetem Gußstahl drückt aufwärts auf den Stelling *c*, mittels dessen die Höhenstellung der Stange *b* geregelt werden kann. An der Stange *b* sind ferner zwei Kontaktscheiben *d*<sub>1</sub> *d*<sub>2</sub>, dann am Gehäuse *a* mittels Klemmschrauben *α* *β* die beiden Leitungsdrähte und durch *α* zugleich die Kontaktfeder *e*<sub>1</sub> *e*<sub>2</sub> befestigt und zwar derart, daß der zur Glocke laufende Draht durch die Schraube *α* mit der Feder *e*<sub>1</sub> *e*<sub>2</sub> in Verbindung steht, während diese Teile durch Hartgummieinlagen *h* gegen das Gehäuse *a* isoliert sind.

1) Österr. Zeitschr. 1891, S. 117. — Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1890, S. 133. — Über eine andere, gleichfalls vom Fördergestelle aus zu handhabende elektrische Einrichtung von Matthieu vergl. Bull. de la soc. de l'ind. min. Vol. 15, S. 254. — Ponson, Steinkohlenbergbau. Suppl. Vol. 2, S. 297.

Der in den Schacht hängende Zugdraht kann von dem Gestelle aus leicht erfaßt werden. Geschieht dies beim Einfahren, so wird die Stange  $b$ , dem geringen Widerstand der Feder entgegen, nach unten bewegt und die Kontaktscheibe  $d_1$  mit der Feder  $e_1$  in Berührung gebracht. Erfasst man dagegen den Zugdraht beim Ausfahren, so wird die Feder entlastet, die Stange  $b$  gehoben und die obere Scheibe kommt mit der Feder bei  $e_2$  in Berührung. In beiden Fällen wird der Strom durch die Teile  $a$ ,  $b$ ,  $d_1 e_1$  oder  $d_2 e_2$  und  $\alpha$  geschlossen und die Glocke ertönt. Der Niedergang der Stange  $b$  ist durch den Stellingring  $f$ , der Aufgang durch die Kontaktscheibe  $d_2$  begrenzt. Der Apparat läßt sich auch benutzen, wenn der Schacht nicht genau vertikal ist, in welchem Falle die Zugdrähte durch Ösen geführt werden müssen.

Diese Einrichtung hat sich in mehreren Harzer Schächten auch als gewöhnliches Schachtsignal sehr gut bewährt.

Bei einer dritten, nach Angabe des Obersteigers Junghans hergestellten Einrichtung sind wieder, wie bei derjenigen von Schulz,

oben und unten zwei Balken drehbar angebracht. Auf der Mitte des oberen Balkens sitzt eine aufrecht stehende, mit dem einen Leitungsdrahte verbundene kupferne Zunge, welche wie die Zunge eines Wagebalkens beim Ziehen der Seile ausschlägt und dabei mit ihrer Spitze zwei Platten berührt, deren obere Enden mit dem andern Leitungsdrahte verbunden sind.

Da der Schacht, in welchem diese Vorrichtung angebracht wurde, seiger ist, so kann die Bewegung der Zugdrähte wieder durch einen, an

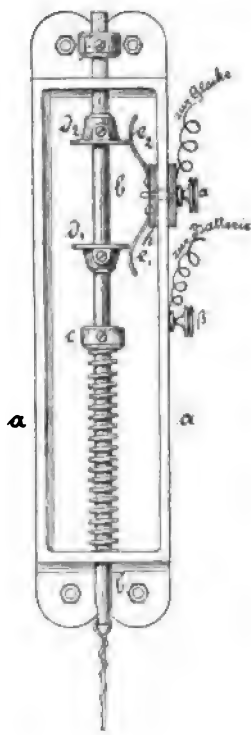


Fig. 410.

Dannenberg's elektrische Signalvorrichtung.

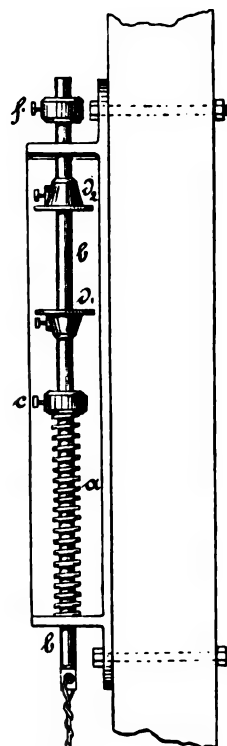


Fig. 411.

Dannenberg's elektrische Signalvorrichtung.

dem Gestelle befestigten Haken mit Hilfe eines Hebels erfolgen, indem das Seil gegen eine an dem Fördergestelle befindliche Schiene gedrückt und durch Reibung mitgenommen wird. Bezüglich dieser Einrichtung wird nur das Bedenken ausgesprochen, ob sich der verzinkte Signaldraht durch die beständige Reibung in dem Haken nicht zu bald abnutzen würde.

## 2. Maschinen und Zubehör.

### 9. Kapitel.

#### Haspelförderung<sup>1)</sup>.

**105. Haspel mit und ohne Vorgelege.** — Der einfache Haspel besteht aus einem Rundbaume mit oder ohne besondere Seiltrommeln, sowie aus Haspelhörnern und den Haspelstützen. Die Achse muß etwas über halber Mannshöhe stehen. Die Haspelhörner sind 47 cm (27 bis 55 cm) lang und so angesteckt, daß ihre Richtungen einen Winkel von 120° bilden.

Bei der Haspelförderung wendet man Seile aus Hanf, dünnem Eisen- und Stahldraht, sowie Ketten an.

Bei größeren Tiefen sind, wenn keine Seilausgleichung (15. Kap.) angebracht werden kann, Haspel mit Vorgelege anzuwenden.

Die Haspelförderung findet, außer bei kleinen Schächten, auch beim Abteufen größerer Schächte statt, unter Umständen mit mehreren Haspeln.

Um dabei das An- und Abschlagen der Fördergefäße zu erleichtern, falls dieselben nicht am Schachte ausgestürzt, sondern auf Gestellwagen zur Bergehalde geschafft werden, ist es zweckmäßig, am Seile einen Haken mit einer Feder anzubringen (Fig. 412).



Fig. 412. Haken zum Anschlagen der Förderkübel.

Hat der Schacht eine Teufe von 40 m erreicht, so ist es vorteilhafter, Maschinenkraft entweder mittels einer besonderen kleineren Maschine (stationär oder lokomobil), oder mittels der in-

zwischen fertig montierten Fördermaschine anzuwenden.

Der Rundbaum des Haspels hat einen Durchmesser:

bei Hanfseilen und Ketten	von 10 bis 13 cm,
bei Drahtseilen	von 15 bis 16 cm

<sup>1)</sup> v. Hauer a. a. O. II, S. 529.

Die Geschwindigkeit im Kurbelkreise beträgt 30 bis 200 cm, gewöhnlich aber 90 cm, dabei leistet ein Mann pro Sekunde die Arbeit von 3 bis 8 mkg, bei Vorgelegehaspeln im Durchschnitt täglich 100000 mkg.

**106. Mechanisch betriebene Haspel.** — In blinden Schächten und Absinken, sowie in flachen Schächten (Unterwerksbau) ersetzt man die Menschenkraft zweckmäßig durch Maschinen und verwendet dazu dort, wo ohnehin Preßluft, etwa für Bohrmaschinen, zur Verfügung steht, Lufthaspel, welche direkt über dem Schachte aufgestellt werden.

Von Siemens & Halske in Berlin, sowie von E. Wolff in Essen werden für denselben Zweck Förderhaspel mit elektrischem Antriebe geliefert. Die mit diesen Haspeln angestellten Versuche haben bewiesen, daß die Umsteuerung ebenso leicht und sicher erfolgen kann, als bei Anwendung von Dampf oder Preßluft.

## 10. Kapitel.

### Göpelförderung.

**107. Erklärung.** — Unter Göpel versteht man jede maschinelle Förder-einrichtung, bei der das Förderseil auf senkrechten oder horizontalen, durch tierische oder andere Kräfte (Wasser, Dampf, Luft) bewegten Wellen oder Körben aufgewickelt ist und von da über eine Seilscheibe in den Schacht geht.

**108. Pferdegöpel<sup>1)</sup>.** — Bei den Pferdegöpel, welche vor Einführung der Dampfmaschinen für Gruben, denen keine Wasserkraft zu Gebote stand, von Wichtigkeit waren, ist das Seil um eine stehende Welle geschlungen, von welcher ein oder mehrere horizontale, mit Deichseln zum Einspannen der Pferde versehene Arme ausgehen.

Bei einem mittelstarken Pferde beträgt die reine Nutzleistung 35 bis 40 mkg in der Sekunde.

**109. Hydraulische Göpel<sup>2)</sup>.** — Die hydraulischen oder Wassergöpel (Wasserräder, Turbinen und Wassersäulenmaschinen) sind für solche Bergwerksgegenden die zweckmäßigsten, in denen die Dampfkraft teuer ist und genügende Wasserkraft zu Gebote steht. Sie sind nicht allein in der Anlage, sondern ganz besonders in der Unterhaltung für 1 mkg geleistete Arbeit weit billiger als Dampf-göpel, zumal wenn die

1) v. Hauer a. a. O. II, S. 521.

2) v. Hauer a. a. O. II, S. 476 ff. — Neumann, Hydr. Motoren. Weimar 1868.



nötigen Wasserleitungen und Sammelteiche von früheren Zeiten her vorhanden sind. Dagegen haben Wassergöpel den Nachteil, daß ihre Kraft bei anhaltendem Wassermangel und nicht genügenden Sammelteichen veränderlich ist, und wird man aus diesem Grunde bei dem heutigen Preise der Kohlen und Maschinen in Ländern mit ausgedehntem Eisenbahnnetze neue Anlagen zur Anwendung von Wasserkraft in solcher Ausdehnung, wie z. B. auf dem Harz<sup>1)</sup>, nicht mehr machen.

Die Fördergeschwindigkeit beträgt in tonnlägigen Schächten ohne Leitung 0,5 bis 1 m, mit Leitung 4 bis 5 m.

Zu erwähnen sind noch die Wasseraufzüge verschiedenster Einrichtung<sup>2)</sup>, welche man unter und über Tage für geringe Förderhöhen anwenden kann, wenn ein freies Gefälle vorhanden oder Abfluß der gebrauchten Wasser möglich ist.

**110. Dampföpel<sup>3)</sup> und elektrische Fördermaschinen.** — Die Dampföpel haben vor Wassergöpel den Vorzug, daß sie eine regelmäßige Kraft liefern, überall leicht anzulegen und lenksamer sind.

Bei guter Einrichtung der Maschinen mit allem Zubehör, sowie der Leitungen im Schachte beträgt die Fördergeschwindigkeit nicht unter 6 bis 8 m, steigt aber bis 13 m und darüber.

Gegenwärtig wendet man sich vielfach den elektrischen Fördermaschinen zu. Was dieselben lebensfähig macht, ist die Tatsache, daß sie in dem für eine bestimmte Nutzleistung erforderlichen Dampfverbrauch der Dampfördermaschine ganz erheblich überlegen ist, trotz der Verluste, welche durch die Umsetzung der Dampfkraft in elektrische Energie bedingt sind. Der Grund für diese Tatsache ist in dem ungewöhnlich hohen Dampfverbrauch der normalen Fördermaschine zu suchen, welcher bei einer Zwillingmaschine 40 bis 50 kg, bei einer Verbundmaschine nicht unter 26 bis 30 kg pro Pferdekraft und Stunde beträgt. Bei kleineren elektrischen Fördermaschinen ist dieser Verbrauch auf 20 kg angegeben, bei großen Anlagen, z. B. auf Zollern, mit 15 kg garantiert. Dieser geringe Dampfverbrauch ist dadurch ermöglicht, daß die in der Primärstation aufgestellte Maschine eine gleichmäßige Belastung erfährt und infolgedessen sehr vorteilhaft arbeitet. Die gleichmäßige Belastung wird erreicht durch Einschaltung eines Energiesammlers, einer Akkumulatoren-, sogenannten Pufferbatterie. Während der Förderpausen wird in dieser Batterie durch die Primärdynamo Energie aufgespeichert und in Augenblicken großen Kraftbedarfes hilft die Batterie ziehen. Bei Drehstrom läßt sich

1) Dumreicher, Die Wasserwirtschaft des nordwestl. Oberharzes. Clausthal 1868.

2) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 376; 1856, Bd. 3A, S. 121; 1856, Bd. 3B, S. 48; 1857, Bd. 4, S. 71; 1858, Bd. 6, S. 114; 1860, Bd. 8, S. 189; 1871, Bd. 19, S. 276.

3) v. Hauer a. a. O. II, S. 266.

dies nicht machen, auch die Geschwindigkeitsverhältnisse sind für Drehstrom ungünstiger, so daß hier der Gleichstrom eine größere Rolle spielt.

Die beim langsamen Anfahren der Maschine erforderliche geringe Umlaufzahl wurde früher nur durch Einschalten von Widerständen erreicht. Da diese aber Energie verzehren, so benutzt man bei neueren Anlagen (Thiederhall, Zollern II) die Akkumulatoren auch zum Regeln der Umlaufzahl. Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft macht es in der Weise, daß die Spannung der Primärmaschine entsprechend der Tourenzahl geändert wird. Die Union erreicht dasselbe dadurch, daß mit Hilfe einer Zusatzmaschine eine allmähliche Steigerung der Spannung von Null bis zum Maximum vorgenommen wird, so daß dementsprechend die Motoren in Gang kommen.

Seitdem die A. E. G. bei dem bekannten, mit Drehstrom betriebenen elektrischen Schnellbahnwagen Berlin-Zossen Anlaßapparate für ähnliche Leistungen gebaut hat, wie sie die Fördermaschinen beanspruchen, wird vielleicht auch für diese der Drehstrom mehr zur Geltung kommen.

Ist es nun auch nicht zweifelhaft, daß der Dampfverbrauch bei der elektrischen Fördermaschine kleiner wird, so muß sich doch erst zeigen, ob sie unter Berücksichtigung der höheren Anlage-, Unterhaltungs- und Bedienungskosten mit der Dampffördermaschine konkurrieren kann.

Eine wesentliche Verbilligung der elektrischen Kraft wird man an solchen Plätzen erwarten können, wo die Koks- und Hochofengase in Gaskraftmaschinen zur direkten Erzeugung der Energie verwendet werden<sup>1)</sup>.

## 11. Kapitel.

### Seilscheiben und Fördergerüste.

**111. Seilscheiben<sup>2)</sup>.** — Die Seilscheiben sollen die Seile von dem Treibkorbe her in die Mitte der Fördertrümmer führen. Dieselben werden von Eisen hergestellt und haben an ihrer Peripherie eine sich nach außen erweiternde Nut, welche zur Schonung des Seiles bisweilen mit einem Holzfutter versehen wird.

Die Maschinenfabrik von Emil Wolff, Essen-Ruhr, liefert Seilscheiben mit zwei- oder dreiteiligem Kranze, ungeteilter Nabe und eingeblatteten Doppellarmen aus Flacheisen bis zu einem Durchmesser von 6 m mit ausgedrehtem oder hartgegossenem rohen Laufkranze, s. Fig. 413.

1) Vortrag von Götze-Bochum, gehalten auf dem VIII. Allg. Bergmannstage in Dortmund, 1901.

2) v. Hauer a. a. O. II, S. 267 ff.

Die Höhe der Seilscheiben über der Hängebank soll so groß sein, daß das aufsteigende Fördergefäß bei verspätetem Anhalten der Maschinen dieselben nicht leicht erreicht. Danach beträgt die Höhe gewöhnlich 12 bis 16 m, selten 6 oder 24 m.

Die Entfernung der Seilscheiben vom Treibkorbe ist bei zylindrischen Körben die 30- bis 50-fache, bei konischen die 20- bis 30-fache der Treibkorbbreite. Ist

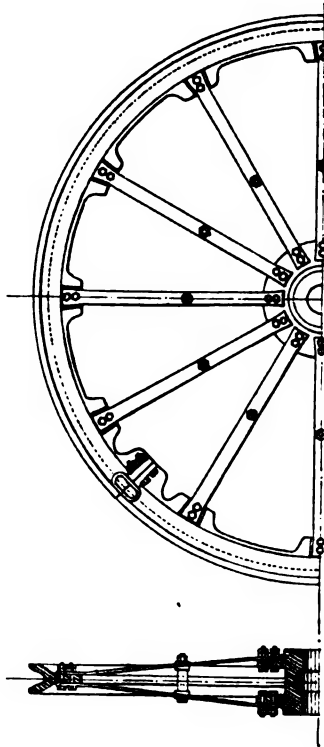


Fig. 413.  
Seilscheiben von Wolff.

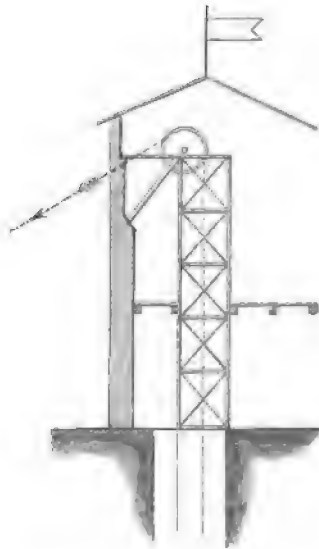


Fig. 414.  
Schachtturm und Seilscheibengerüst auf  
Zeche Julius Philipp bei Bochum.

sie zu gering, so legen sich die Seilwindungen in der einen Hälfte des Treibkorbes nicht dicht aneinander und suchen in der andern Hälfte übereinander aufzusteigen.

Der Durchmesser der Seilscheiben beträgt 2,5 bis 3 m.

112. **Fördergerüste oder Seilscheibengerüste**<sup>1)</sup>. — Die Fördergerüste dienen zur Unterstützung der Seilscheiben und werden entweder unter Dach oder im Freien aufgestellt. Im letzteren Falle schließt sich an das Maschinenhaus ein Schachtturm, in dessen oberem Teile die Seil-

<sup>1)</sup> A. Eichenauer, Seilscheibengerüste der Bergwerksfördermaschinen. Leipzig 1877. — J. Springer. Über eiserne Seilscheibengerüste. Berg- und Hüttenm. Zeitg. 1889, S. 193.

scheiben verlagert sind. Derartige massive Schachttürme waren bis vor kurzem besonders in Westfalen und Saarbrücken allgemein üblich, während man in neuerer Zeit vielfach die billigeren, mehr oder weniger freistehenden Gerüste angewendet hat. Eine einfache und zweckmäßige Verlagerung der Seilscheiben ist auf Zeche Julius Philipp in Westfalen ausgeführt (Fig. 414). Dort ruhen die Seilscheiben auf Lagern von I-Eisen, welche einerseits von dem einfachen eisernen Schachtgerüste, andererseits von einem Vorsprunge der Mauer getragen werden, während die Hauptlast von stärkeren, in der resultierenden Richtung zwischen Seilzug und der senkrechten Zugrichtung des Korbes angebrachten Streben aufgenommen wird.

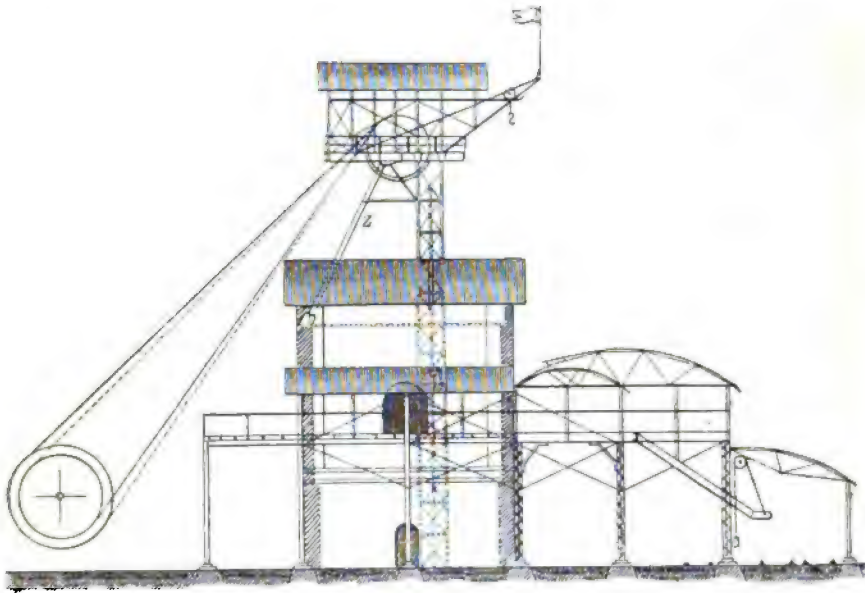


Fig. 415. Fördergerüst nebst Ladebühne der Zechen Rheinelbe und Alma bei Gelsenkirchen.

Bei den älteren derartigen Einrichtungen ruhen die Scheibenlager lediglich mit beiden Enden auf dem Mauerwerke, welches in einzelnen Fällen  $1\frac{1}{2}$  m stark ist. Trotzdem zeigt ein solcher Turm beim Anheben des vollen Gestelles oben an den Seilscheiben bisweilen recht bedeutende Schwankungen.

Als ein Übergang von den gemauerten Schachttürmen zu den ganz frei stehenden Fördergerüsten sind diejenigen Anlagen zu betrachten, bei denen die Umfassungsmauern nur bis über die Hängebank reichen, während ein aus vier Bockbeinen bestehendes Fördergerüst auf den vier Ecken der Mauer ruht. Derartige Fördertürme, bei denen der obere Teil des Gerüsts mit verzinktem Wellbleche verschlagen ist und bei denen

auch die Seilscheiben überdacht sind, befinden sich u. a. auf Zeche Marianne und Steinbank in Westfalen.

Auch auf den Schächten des Gelsenkirchener Bergwerksvereins reichen die Umfassungsmauern bis über die Hängebank, sind hier aber mit Wellblech überdacht (Fig. 415).

Das Fördergerüst (von der Maschinenbau-Aktien-Ges. Union in Essen a. d. Ruhr ausgeführt) ist ebenso leicht und unter Vermeidung unnötigen Materialaufwandes erbaut, wie dasjenige auf Zeche Julius Philipp. Auch hier ruhen die mit Wellblech besonders überdachten Seilscheiben auf Lagern, welche einerseits auf dem Schachtgerüste, anderseits auf Zugstreben *Z* ihre Stütze finden. Die letzteren stehen auf der Umfassungsmauer.

Bei dem ganz freistehenden eisernen Fördergerüste vom Emserschachte des Kölner Bergwerksvereins bei Altenessen reichen die Zugstreben bis auf den Boden hinab und stützen sich gegen Mauerpfeiler. Die mit Wellblech überdachten Schachtgebäude, Ladebühne, Wendeltreppe, kurz, die ganze Anlage besteht ebenso wie die vorhergehende, lediglich aus Eisen und ist in ihrer Herstellung wesentlich billiger, als die gemauerten Schachttürme.

Allerdings ist es nicht unbedenklich, die Seilscheiben schwer zugänglich zu machen, weil bei ungünstiger Witterung leicht die Wartung der Seilscheibenachse vernachlässigt wird.

---

## 12. Kapitel.

### Seilkörbe<sup>1)</sup>.

**113. Allgemeines.** — Die Seilkörbe oder Treibkörbe, auf denen sich das Seil aufwickelt, bestehen gewöhnlich aus Eisen, haben aber zur Schonung des Seiles einen Holzbelag.

Der Durchmesser der Seilkörbe richtet sich im allgemeinen nach der Stärke der Seile, sowie nach der Tiefe des Schachtes und schwankt zwischen 3 und 6 m. Auch die Breite des Korbes ist nach den eben angegebenen Faktoren, bezw. nach derjenigen Anzahl der Seilumschläge zu berechnen, welche auf dem Korbe Platz finden sollen. Dabei müssen immer mehrere Umschläge als Vorrat auf dem Korbe liegen, teils um das Seil schon durch die Reibung festzuhalten, teils um beim Abhauen der unteren Seilenden genügende Länge zu behalten.

---

<sup>1)</sup> v. Hauer a. a. O. II, S. 344. — Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 166.

Nimmt man die Breite des Seilkorbes zu groß, so divergieren die Richtungen des zwischen Korb und Seilscheibe liegenden Seilstückes derart, daß das Seil sich nicht gut nebeneinander aufwickelt. Man nimmt deshalb die Breite meist nicht über 0,8 m und läßt nötigenfalls mehrere Seilumschläge sich übereinander legen; weil aber dabei das Seil stark leidet, so ist es besser, einen genügend großen Durchmesser zu wählen.

Die Seilenden, welche eine hinreichende Befestigung schon durch die vorrätigen Umschläge auf dem Korb erhalten, werden einfach durch die Verschalung gesteckt und an einem der Arme festgebunden.

Wird von mehreren Sohlen gefördert, so muß der eine der beiden Seilkörbe auf der Achse beweglich sein. Soll in einem solchen Falle die Förderung z. B. von einer höheren Sohle auf eine tiefere umgestellt werden, so bringt man das am beweglichen Korb befindliche Fördergefäß auf die Hängebank, löst den Seilkorb von seiner Verbindung mit der Achse, bremst ihn fest, hängt das andere Fördergefäß auf die tiefere Sohle und verkuppelt den losen Korb wieder mit der Achse.

Die Treibkörbe für Rundseile sind entweder zylindrische oder konische oder Spiralkörbe.

**114. Zylindrische Treibkörbe für Rundseile.** — Die zylindrischen Seilkörbe werden bei nicht zu großen Tiefen und geringem Seilgewichte angewendet, wenn Seilausgleichung entbehrlich ist.

Übrigens haben derartige Körbe den mit der Tiefe der Schächte wachsenden Übelstand, daß sich, wenn man nicht die Fördermaschine weit genug vom Schachte anlegt, schiefe Winkel zwischen den auflaufenden Seilen, der Achsenrichtung der Trommeln und den Seilscheiben ergeben.

Demanet<sup>1)</sup> hat deshalb auch für Rundseile Bobinen mit vollen eisernen Seitenwangen angewendet, auf denen sich die Rundseile ebenso wie Bandseile aufwickeln.

An der Fördermaschine des Schachtes I auf Zeche Hibernia bei Gelsenkirchen ist seit 1884 eine neue Seiltrommel hergestellt worden, mit deren Anwendung sich der Seilverschleiß nicht unerheblich verringert hat. Die Seiltrommeln haben ähnlich, wie die konischen, einen von der Berührungsfläche nach außen hin zunehmenden Durchmesser, jedoch ist der Belag nicht gerade, sondern derart bogenförmig, daß das Seil beim Aufwickeln sich ohne seitliche Reibung aneinanderlegt<sup>2)</sup>.

1) A. a. O. S. 574, Fig. 462.

2) B.- u. H. Zeitg. 1886, S. 232. — Bull. de la soc. de l'ind. min. 1887, t. I, livr. III, S. 1034.

## 13. Kapitel.

Ausgleichung des Seilgewichtes<sup>1)</sup>.

115. **Allgemeines.** — Fördermaschinen müssen stark genug sein, um außer der Förderlast auch das Gewicht des im Schachte hängenden Seiles zu heben. Nach der Begegnung der Fördergefäße nimmt das Übergewicht des niedergehenden Seiles immer mehr zu, so daß von nun an unter Umständen ein starkes Bremsen eintreten muß.

In den tiefen Schächten des Harzes und bei dem großen Gewichte der früher angewendeten Ketten trat schon früh die Notwendigkeit ein, auf Mittel zur Seilausgleichung zu sinnen (vergl. 67). Bereits im Anfange des 18. Jahrhunderts soll Leibniz Versuche in dieser Richtung in Harzer Schächten angestellt haben<sup>2)</sup>; im Jahre 1827 wurden sie in dem 140 m tiefen Schachte der Grube Franz August bei Clausthal damit erneuert, daß man eine Kette unter die Tonnen hing (Unterseil) und unten im Schachte um eine bewegliche, mit Gewichten beschwerte Rolle legte. Nach dem günstigen Ausfalle dieses Vorversuches baute man im Jahre 1828 eine Ausgleichkette im Elisabether Schachte bei Clausthal ein und setzte die Versuche mit bestem Erfolge in Bezug auf Kraftersparung bis zum Jahre 1834 fort, stellte sie dann aber ein, einmal, weil die Ketten, trotz sorgfältigster Herstellung aus dem besten, sehnigsten Materiale, rasch spröde wurden und häufig in viele Stücke zerbrachen, sondern, weil damals durch die Erfindung der Drahtseile alle bisherigen Schwierigkeiten beseitigt wurden.

Auch an andern Orten sind später Versuche gemacht und zwar mit Ketten, welche sich beim niedergehenden Korbe auf der Schachtsohle auflegten. Da aber beim Aufwickeln der Kette, ebenso wie bei den ersten Harzer Versuchen, häufige Verschlingungen vorkamen, so hat man die Kette aufgegeben und neuerdings verschiedene andere Methoden der Seilausgleichung vorgezogen.

116. **Förderung mit Unterseil<sup>3)</sup>.** — Nachdem schon Lemielle<sup>4)</sup> und Jarolimek<sup>5)</sup> die Anwendung eines Seiles anstatt der Kette vorgeschlagen hatten, brachte Koepe bei seiner Fördereinrichtung (124) das Unterseil

1) Stern, Seilgewichtsausgleichung in Österr. Zeitschr. 1884, S. 7. — Über Gewichtsausgleichung bei Fördermaschinen von John Daglish. Aus den Verhandlungen des Vereins der Berg- u. Maschinen-Ingenieure von Nord-England. Vol. XX, 1880—71. New-Castle-upon-Tyne.

2) Albert, Die Bergw.-Verw. des Hann. Oberharzes. Berlin 1837. (Abdruck aus Karstens Archiv Bd. 10, S. 219.)

3) Kás in Österr. Zeitschr. 1889, S. 389.

4) Allg. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1862, Bd. 4, S. 223.

5) Österr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen 1865, S. 90.

neuerdings in Anwendung, Auch auf vielen andern Gruben ist es seitdem eingeführt und scheint es nach den bisherigen Erfahrungen festzustehen, daß die Vorteile größer sind als die Nachteile.

Als Vorteil hat sich selbstverständlich überall eine mit der Schachttiefe wachsende Kraftersparung herausgestellt, denn da in jedem Augenblicke das Seilgewicht in beiden Fördertrümmern gleich ist, so braucht die Maschine lediglich die Nutzlast zu heben, ist auch außerdem leichter zu handhaben.

Bei Anwendung von Unterseil haben die Förderseile allerdings dauernd, mithin an allen Punkten ihrer Länge, die volle Eigenlast zu tragen, während dieselbe bei der Förderung ohne Unterseil nahezu von 0 bis 1 wechselt und im Anfange des Aufzuges nur vom oberen Teile des Förderseiles zu tragen ist.

Dieser Umstand hat den Nachteil im Gefolge, daß das Förderseil bei Anwendung von Unterseil in allen Teilen gleiche Stärke haben muß, daß man also keine verjüngten Seile anwenden kann, was aber ohnehin nicht häufig geschieht.

Wichtiger ist der Nachteil, daß die Fangvorrichtung, wenn ein Bruch im oberen Teile des Förderseiles stattfindet, auch das Gewicht des Unterseiles zu fangen hat. Die Fangvorrichtung muß deshalb kräftiger sein, als es ohne Unterseil nötig wäre.

Schließlich ist des Übelstandes zu gedenken, daß die Wirkung um die Masse des Unterseiles größer ist, wenn beim Aufgange plötzlich gebremst wird, so daß das Fördergestell zunächst noch ein Stück in die Höhe fliegt, und dann zurückfällt.

Da auch die Seile sich ebenso, wie die Ketten, infolge des Dralls leicht verwickeln und zu Betriebsstörungen Veranlassung geben, so hat die Brucher Maschinenfabrik Kuhn & Co. eine Unterseil-Anhängevorrichtung konstruiert, welche aus einem der geringsten Drehbewegung des Seiles nachgebenden Kugellager und einem elastischen Zwischenmittel zwischen Kugellager und Korb besteht, um die Kugeln und Laufringe vor zu heftigen Stößen zu schützen<sup>1)</sup>.

**117. Förderung mit Ausgleichseil nach Lindenberg<sup>2)</sup> und Meinicke.** — Um die einfache und zweckmäßige Ausgleichung durch Unterseil ohne die eben erwähnten Nachteile anwenden zu können, haben Lindenberg in Dortmund und Meinicke in Clausthal vorgeschlagen, das Unterseil vom Förderseile vollständig zu trennen und das erstere als selbständiges Ausgleichsseil zu verwenden<sup>3)</sup>. Man legt dasselbe nämlich als Seil ohne Ende um eine auf der Seilkorbachse angebrachte Scheibe und führt es über zwei Seilscheiben in den Schacht hinein.

1) Glückauf. Essen 1902, S. 475.

2) Ebenda 1884, Nr. 17. — D. R. P. (5) Nr. 26955, 28794.

3) Meinicke kam fast gleichzeitig mit Lindenberg auf dieselbe Idee der Seilausgleichung, meldete aber das Patent in Deutschland zu spät an.



Ist in Fig. 416  $S$  der Seilkorb und die Scheibe für das Ausgleichseil, sind ferner  $s$  und  $s'$  die Seilscheiben für das Förderseil  $F$ ,  $u$  und  $u'$  diejenigen für das Ausgleichseil  $G$  und das Zugseil  $g$ , so findet eine Ausgleichung statt, wenn das Gewicht von  $G$  gleich demjenigen von  $F + g$  ist. Diese Bedingung wird einfach dadurch erfüllt, daß man für  $g$  ein schwaches, für  $G$  ein entsprechend stärkeres Seil wählt.

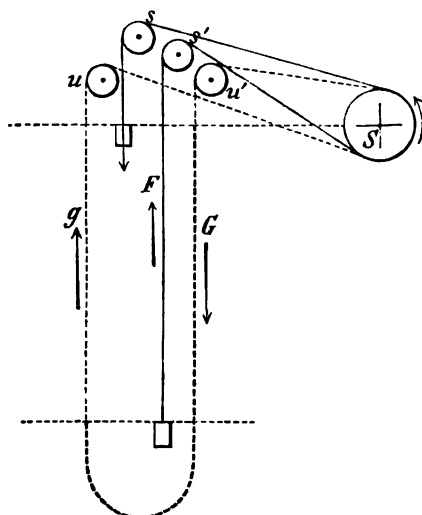


Fig. 416. Förderung mit Ausgleichseil nach Lindenberg und Meinicke.

Ein anderer Vorschlag Lindenbergs ist folgender. Das stärkere Ausgleichseil  $G$  hängt, wie im ersten Falle, in einem Nebentrumm. Die mit demselben verbundenen Zugseile  $g$  sind aber nicht direkt mit der Fördermaschine verbunden, sondern werden über Rollen, welche ebenso wie  $u u'$ , in Fig. 416, oberhalb der Hängebank angebracht sind, in den Förderschacht hinabgeleitet und am oberen Gurte je einer Förderschale befestigt.

Meinicke<sup>1)</sup> hält die zweite Methode der Seilausgleichung für nicht zweckmäßig und sicher genug, um bei Förderungsanlagen mit Seilfahrt angewendet zu werden, weil man dabei vier Seile

zu überwachen und rechtzeitig auszuwechseln hat. Auch darf man die Beanspruchung der Zugseile  $g$  nicht höher nehmen, als diejenige der Förderseile bei gewöhnlicher Seilfahrt ohne Unterseil.

Dagegen bietet die erste Methode, bei welcher sich Ausgleichseil und Zugseile in einem Nebentrumm befinden, wesentliche Vorteile. Zunächst ist die fahrende Mannschaft durch ein etwaiges Reißen der genannten Seile nicht gefährdet und erscheint deshalb eine fünffache Sicherheit der Zugseile vollkommen ausreichend. Sodann ist das Fördern von verschiedenen Sohlen mit Leichtigkeit auszuführen, zumal wenn man das Zugseil auf einen besonderen Korb legt, welcher durch eine Kuppelung mit der Achse des Treibkorbes verbunden ist, also bei dem Umspannen leicht gelöst werden kann. Besonders vorteilhaft erscheint die in Rede stehende Methode bei gleichzeitiger Anwendung von Bobinen und Bandseilen<sup>2)</sup>. Gibt man dabei dem Ausgleichseile einen veränderlichen Querschnitt, so weicht

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 239. 324.

2) Meinicke in Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 14.

das kleinste und größte Drehungsmoment der Maschine von dem mittleren wenig ab (in einem bestimmten, von Meinicke berechneten Beispiele um 16%).

An Stelle der Seile Ketten anzuwenden, erscheint auch hierbei nicht ratsam, weil die von 1827—1834 am Harz angestellten Versuche (vergl. 67) ergeben haben, daß auch die besten Ketten rasch spröde werden und zerspringen.

118. **Baumannsche Seilklemme.** — Um bei der Anwendung eines einfachen Unterseiles von verschiedenen Sohlen fördern zu können, muß man dasselbe bei Fördergestellen mit nebeneinander stehenden Wagen durch das Gestelle hindurchgehen lassen und durch eine Seilklemme befestigen. In Saarbrücken wird die von Baumann<sup>1)</sup> in Friedrichsthal hergestellte Seilklemme vielfach benutzt. Dieselbe besteht aus einer dreiteiligen, außen konischen Hülse *a* (Fig. 417 und 418), welche den Windungen der Litzen am Seile entsprechend ausgehöhlt ist und durch die Last selbsttätig in eine auf den Konus der Hülse passend ausgedrehte Büchse *b* gezogen wird. Je größer die Last ist, um so tiefer wird sich die Hülse in die Büchse ziehen, und um so sicherer wird das Seil gehalten, dessen Gleiten nicht möglich ist, wenn nur die in der Hülse enthaltenen Gewindgänge stark genug gegen das Abscheren sind.



Fig. 417.

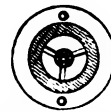


Fig. 418. Baumannsche Seilklemme.

Soll nun die Förderung, etwa beim Schichtenwechsel, von irgend einer Sohle beispielsweise auf eine tiefere umgestellt werden und steht das eine Fördergestell auf der Hängebank, so löst man an diesem die Seilklemme, läßt das untere Gestell auf die tiefere Sohle hinab, wobei das Seil durch das obere Gestelle frei hindurchgeht, und stellt demnächst die Klemme wieder fest.

Kann man das Seil, wie es bei Körben mit hintereinander stehenden Wagen der Fall ist, nicht durch den Korb hindurchgehen lassen, weil dabei das Durchschieben der Wagen nicht möglich sein würde, so schließt man das Unterseil mittels Umführungsgestänge<sup>2)</sup> an das Oberseil an. In dieser Weise verfuhr man auch auf dem Maybachschachte II bei Saarbrücken, wo man als Unterseil der leichteren Biegsamkeit wegen ein Aloebandseil gewählt hat.

119. **Ausgleichung durch Gewichte<sup>3)</sup>.** — Eine in England gebräuchliche Methode ist folgende: Von einer auf der Welle der Treibkörbe *t*

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 275, 276.

2) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 294.

3) v. Hauer a. a. O. II, S. 354. — Bull. de la soc. de lind. minérale 1861, Bd. 7, S. 63.

(Fig. 419) sitzenden Trommel  $s$  aus läuft ein Seil zum Ausgleichshunte  $g$ , welcher sich auf einer Bahn mit abnehmender Neigung bewegt. Beim Anheben des unteren Gestelles befindet sich der Hunt auf der steilsten Stelle und entspricht sein Herableitungstrieb der Seillast. Beim Begegnen der Gestelle ist der Hunt an der geringsten Neigung angelangt, das Seil wickelt sich wieder auf und zieht den Hunt nach oben, so dass er in der zweiten Hälfte der Förderzeit bremsend wirkt.

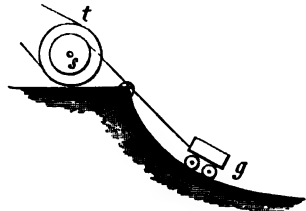


Fig. 419. Seilausgleichung durch Gewicht und schiefe Ebene.

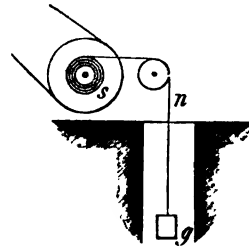


Fig. 420. Seilausgleichung mit Bobine und frei hängendem Gewichte.

Nach einer andern Methode geht von der Trommel  $s$  an der Seilkorbwelle (Fig. 420) ein Bandseil  $n$  zum Gewichte  $g$ . In der ersten Hälfte des Aufzuges wirkt das Gewicht am größten, beim Begegnen der Gestelle am kleinsten Hebelarme und hat gleichzeitig seine größte Tiefe erreicht. Von da an wickelt sich das Seil wieder auf, und das Gewicht wirkt der Beschleunigung des niedergehenden Korbes entgegen.

Auf gleichem Prinzipie beruht auch folgende, auf dem Camphausen-schachte bei Saarbrücken angebrachte, von dem Maschinenwerkmeister Gerhard konstruierte Einrichtung, welche ihrem Zwecke vollkommen entspricht, aber kostspieliger ist, als die vorhin beschriebenen Methoden<sup>1)</sup>.

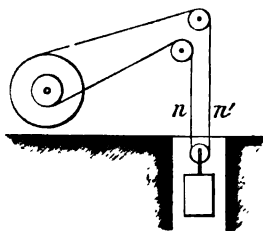


Fig. 421. Seilausgleichung mit Spiralkorb und frei hängendem Gewichte.

Auf der Achse der zylindrischen Trommeln einer 100 pferdigen Fördermaschine befindet sich ein Spiralkorb, dessen Durchmesser 3 und 10 m betragen und von dem aus zwei Seile  $nn'$  (Fig. 421) über Seilscheiben in einen 80 m tiefen Nebenschacht gehen, in welchem sie um eine, mit einem Scheibengewichte beschwerte, bewegliche Rolle geführt sind. Das Gewicht beträgt 15000 kg, kann aber durch Abnehmen und Zulegen verändert werden.

Das Förderseil ist von 53 auf 49 mm verjüngt und fördert mit Gestellen von 3 Böden mit je 2 Wagen, so daß die Gesamtlast beträgt:

1) Preuß. Zeitschr. 1899, Bd. 47, S. 68.

6 leere Wagen	1500 kg
das Gestell	2500 „
die Füllung	3000 „
<hr/>	
== 7000 kg.	

Beim Anhub e befindet sich das Gegengewicht oben und das Seil  $n'$  wirkt am größten Hebelarme, beim Begegnen der Gestelle sind die beiden Hebelarme gleich, das Gewicht hat seine größte Tiefe erreicht und muß nun von dem sich allmählich in immer größeren Windungen aufwickelnden Seile  $n'$  wieder emporgezogen werden.

120. **Konische Seilkörbe.** — Konische Seilkörbe bilden zwei, mit einer der Grundflächen zusammenstoßende abgestumpfte Kegel (Fig. 422), bei denen das im Schachte hängende Seil auf dem kleinsten, das andere auf dem größten Durchmesser aufgewickelt ist. Damit wirkt, wie in dem eben erwähnten Falle, die größte Last am kleinsten, das niedergehende Gewicht am größten Hebelarme. Um zu vermeiden, daß die Seile sich übereinander aufwickeln, darf man den Winkel, welchen die Oberfläche der Holzverschalung mit der Horizontalen macht, nicht über  $30^\circ$  nehmen.

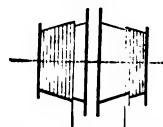


Fig. 422. Konischer Seilkorb.

Konische Körbe geben bei größeren Schachttiefen eine sehr unvollständige Seilausgleichung, welche bei Anwendung von Eisenseilen und einer Tiefe von 130 m nur die Hälfte beträgt<sup>1)</sup>.

121. **Spiralkörbe.** — Spiralkörbe sind konische Körbe, deren Oberfläche mit der Richtung der Achse einen größeren Winkel als  $30^\circ$  (bis  $60^\circ$  oder  $65^\circ$ ) einschließt, und bei denen sich deshalb das Seil in spiralförmig gewundene Nuten einlegt. Man baut die Spiralkörbe in zweierlei Formen, indem man sie entweder mit der größten (Fig. 423) oder mit der kleinsten Grundfläche (Fig. 424) zusammenlegt.

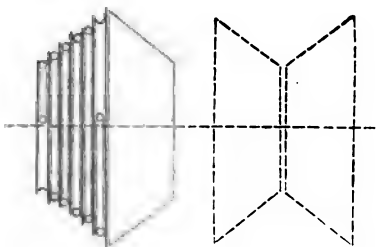


Fig. 423. Spiralkörbe. Fig. 424.

Der größte Durchmesser, welcher bisher für Spiralkörbe angewendet ist, beträgt 10 m, oder nur wenig darüber, dabei ist der kleine Durchmesser 6 m. Mit solchen Körben ist eine vollständige Seilausgleichung bei Seilen von 46 mm Stärke bis zur Tiefe von 400 m, bei schwächeren Stahlseilen von 40 mm Durchmesser bis zu 500 m zu erreichen<sup>2)</sup>.

1) Riehn in Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 268.

2) Riehn a. a. O. S. 272.

Begnügt man sich mit einer teilweisen Ausglei chung, so können die Spiralkörbe entsprechend kleiner genommen werden.

Die Spiralkörbe haben den Nachteil, daß die Seile bisweilen nicht regelmäßig in die Nuten eintreten und daher ausspringen. Da sie außerdem schwer und kostspielig sind, so geht man vielfach davon ab.

**122. Bobinen.** — Bobinen sind Förderkörbe für Bandseile. Sie haben einen Kern, welcher der Breite der Bandseile entspricht, und radial stehende Arme, zwischen denen sich das Seil aufwickelt.

Das im Schachte hängende Seil ist abgewickelt, wirkt also beim Anheben am kleinsten Hebelarme. Mit jedem Umschlage vergrößert sich aber der letztere um die Seildicke, ist beim Begegnen der Gestelle demjenigen des niedergehenden Seiles gleich und wird von da an größer als jener. Für eine große Förderung von 500 kg Förderlast und bei einer Seildicke von 24 mm läßt sich eine vollständige Seilausgleichung bis 250 m Tiefe erreichen<sup>1)</sup>.

Bei Anwendung verjüngter Seile (71) wird die Tiefe bei den Bobinen sowohl als bei den konischen Körben entsprechend größer<sup>2)</sup>.

**123. Zusammenstellung<sup>3)</sup>.** — Vergl. die hier folgenden zwei Tabellen.

Tabelle I.

Art der Seilkörbe	Förderhöhe, bis zu welcher eine vollständige Seilausgleichung möglich ist.					
	Für Eisenseile			Für Stahlseile		
	Kleine Förderung m	Mittl. Förderung m	Große Förderung m	Kleine Förderung m	Mittl. Förderung m	Große Förderung m
Konische Körbe .	290	neg.	neg.	560	386	280
Spiralkörbe . . .	590—600	420	400	980	718	639
Bobinen . . . . .	375	450	250	820	745	700

Tabelle II.

Art der Seilkörbe	Förderhöhen, bis zu welchen eine Ausgleichung bis zur Hälfte des Seilgewichtes möglich ist, für Eisen- und Stahlseile.					
	Kleine		Mittlere		Große	
	Förderung m		Förderung m		Förderung m	
Konische Körbe. . }	—		Eisen 226		Eisen 130	
			Stahl 400		Stahl 386	
Spiralkörbe . . . .	—		—		Eisen 400—450	
Bobinen . . . . .	—		—		Eisen 420	

1) Riehn a. a. O. S. 277.

2) Ebenda S. 279.

3) Ebenda S. 179.

## 14. Kapitel.

## Besondere Fördermethoden.

124. **Koepesche Fördermethode**<sup>1)</sup>. — Nach der dem Bergwerksdirektor Koepe auf Zeche Hannover patentierten Methode fallen Maschinenhaus und Seilkörbe vollständig fort. Die Maschine *m* in Fig. 425 wird in den Schachturm verlegt und greift direkt an der Seilscheibe *s* an, wobei sie sowohl stehend als liegend angeordnet sein kann. Die Seilscheibe hat, um ein Rutschen<sup>2)</sup> des einfach übergelegten Bandseiles zu verhüten, einen größeren Durchmesser, als die Entfernung der Schachtmitten beträgt. Das Seil wird über zwei Leitscheiben *l l'* in den Schacht geführt.

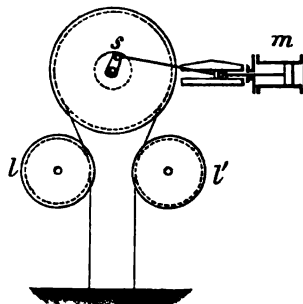


Fig. 425. Koepesche Förderanlage.

Da das Verlagern der Maschine in solcher Höhe nicht ohne Bedenken ist, so kann man in anderer Weise vorgehen, wie es bei Einführung des Verfahrens auf der Zeche Hannover<sup>3)</sup>, sowie auch auf der Cons. Myslowitzgrube in Oberschlesien<sup>4)</sup> und auf Zeche Westhausen bei Dortmund geschehen ist (Fig. 426 und 427). Man benutzte dort eine vorhandene Fördermaschine und an Stelle der Seilkörbe ein mit einer Seilnut versehenes Schwungrad *S*. Die von den beibehaltenen Seilscheiben *ss'* herabkommenden Seile *ll'* sind um das zur Treibscheibe umgewandelte Schwungrad *S* geschlungen, und bilden mit den Gestellen *gg'*, sowie mit dem Unterseile *h* (135) ein Seil ohne Ende.

Die über die Scheiben *rr'* gelegten Fangseile *f* und *f'* sind im V. Abschnitt 30. besonders beschrieben.

Die zuerst erwähnte Einrichtung (Patent Koepe) wurde auf dem Steinkohlenbergwerke Maria<sup>5)</sup> zu Höngen bei Aachen in sehr zweckmäßiger Weise bei einem blinden Schachte angewendet, mit welchem man von der 700, bezw. 630 Metersohle bis auf die 360 Metersohle förderte. Die Treibscheibe hatte einen der Entfernung der Schachtmitten entsprechenden Durchmesser und eine hinreichend tiefe Seilnut, um durch die starke Reibung ein Rutschen des Seiles zu vermeiden.

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 173.

2) Baumann, Untersuchungen über die Förderung mit Treibscheibe, in Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 391.

3) Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 391.

4) Ebenda 1881, Bd. 29, S. 260.

5) Ebenda S. 260.

Die mit Preßluft betriebene Zwillingsmaschine lag mit der Treibscheibenachse in gleicher Höhe und griff mittels Vorgelege direkt in zwei zu beiden Seiten der Treibmaschine liegende, auf deren Achsen aufgekellte Kammräder ein.

Die angewendeten Förderkörbe für zwei nebeneinander stehende Wagen von je 500 kg Inhalt gestatten den Durchgang des Seiles durch

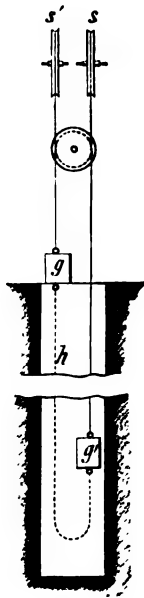


Fig. 426.

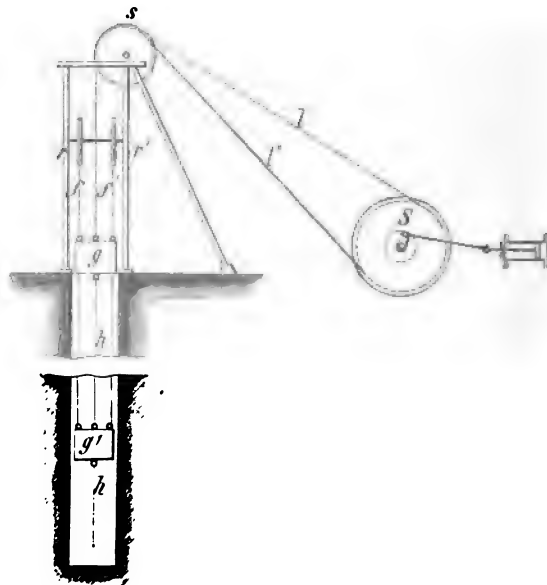


Fig. 427. Modifizierte Koepe'sche Fördereinrichtung.

ein in der Mitte angebrachtes schmiedeeisernes Rohr und waren mittels Schraubenpressen an das Seil festgeklemmt, sodaß das Umspannen auf die beiden Sohlen leicht und sicher ausgeführt werden konnte.

Die Maschine arbeitete mit 3 Atm. Überdruck und war dabei mit Leichtigkeit im stande, 4000 Ztr. Kohlen in 12 Stunden auf 270 m Höhe zu heben.

Auch auf dem Josefschachte der Ver. Mathildengrube in Oberschlesien ist die Koepe'sche Fördermethode für eine neue, 210pferdige Zwillingsfördermaschine in Anwendung gebracht<sup>1)</sup>.

Von Fr. Koepe in Bochum und Ant. Kaky in Erkelenz ist die Anwendung von Bandseilen an Stelle der Rundseile empfohlen, weil man der größeren Reibung wegen den Treibscheibendurchmesser auf 3000 mm. dadurch das Gewicht der Maschine für eine Förderung aus 1200 m

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 201.

Teufe auf 55 000 kg herabmindern und dieselbe oben im Fördergerüst verlagern kann. Wegen der Haltbarkeit der Bandseile hat man keine Bedenken, weil die ihnen ungünstige Statistik sich nur auf Bobinen bezieht, bei denen sich die Bandseile übereinander aufwickeln und deshalb grossen Verschleiß erleiden müssen. Auf Zeche Crone ist seit einiger Zeit eine Koepeförderung mit Bandseil und 3500 m Treibscheibendurchmesser in Betrieb, wobei ein Rutschen des Seiles nicht beobachtet wurde<sup>1)</sup>. Dieses hat man auch dadurch verhindert, daß man das Bandseil über 3 Seilscheiben laufen läßt.

Die Vorteile einer derartigen Einrichtung sind folgende:

1) Ein Übertreiben über die Seilscheiben kann nicht vorkommen, weil in diesem Falle das Seil in der Seilscheibennut zum Gleiten kommen wird, zumal der untere Korb sich inzwischen aufgesetzt hat.

2) Aus demselben Grunde braucht man die Seilscheiben nicht so hoch zu legen, wie bei der gewöhnlichen Einrichtung, kann also auch die Seilscheibengerüste entsprechend niedriger und billiger herstellen.

3) Der Seilverschleiß ist ein geringerer, da das Seil nur einer einmaligen Biegung und geringerer Reibung unterworfen ist.

4) Die Anlage ist, besonders für blinde Schächte, wie in Höngen, eine sehr einfache, und beansprucht wenig Raum, sowie unbedeutende Fundamentierung, da der Seilkorb wegfällt.

5) Die Unterhaltungskosten sind entsprechend gering.

Ein wesentlicher Nachteil dürfte der sein, daß bei einem Seilbruche beide Körbe fallen, wenn sie nicht gefangen werden.

**125. Pneumatische Förderung<sup>2)</sup>.** — Auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1878 erregte eine Fördereinrichtung viel Aufsehen, welche von Blanchet im Hottinguer Schachte zu Epinac eingeführt ist.

Dieselbe besteht darin, daß in einem gußeisernen Förderrohre von 603 m Höhe und 1,6 m Durchmesser (2 qm Querschnitt) ein Fördergestell

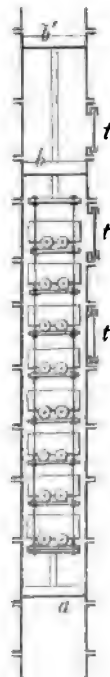


Fig. 429. Pneumatische Schachtförderung.

1 Glückauf. Essen 1902, S. 484.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1879, Nr. 9, S. 113. — Ann. des mines 1878, 5<sup>me</sup> livr.; 1874, 2<sup>me</sup> livr. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1875, Nr. 26—29. — Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 242 ff. — Hätton de la Goupillière, Cours d'expl. Paris 1885, tom. 2, S. 171. — Amer. Inst. min. Eng. New-York Meeting (Sept. 1890). — Eng. a. Min. J. Bd. 50, S. 453.



mit 9 Wagen dadurch emporgetrieben wird, daß man über demselben die Luft durch eine Evakuationspumpe wegsaugt, so daß unter dem Gestelle die Atmosphäre als Überdruck wirkt. Zur Abdichtung im Rohre befinden sich über und unter dem Fördergestelle die Kolben  $a$ ,  $b$ ,  $b'$  (Fig. 428). Die Entfernung der Kolben  $b$  und  $b'$  ist etwas größer als die Öffnung der Verschlüßtüren  $t$ , durch welche der Wagenwechsel erfolgt.

Der Niedergang des Gestelles wird durch dessen Gewicht bewirkt, wobei die unter dem Kolben  $a$  befindliche Grubenluft durch ein besonderes Ausblaserohr zu Tage tritt, während das Förderrohr sich über dem Kolben  $b'$  durch entsprechende Beschränkung des Zuströmens der äußeren atmosphärischen mit verdünnter Luft füllt. Gleichzeitig ist beim Niedergange die Verbindung des Förderrohres mit der Grubenluft abgesperrt, beim Aufgange dagegen geöffnet, während das Ausblaserohr geschlossen ist. Das letztere würde entbehrlich und durch eine angemessene Verengung in der Verbindung mit der Grubenluft zu ersetzen sein, wenn man nicht gleichzeitig eine (übrigens ungenügende) Ventilation der Grube damit verbinden wollte.

Jarolimek weist<sup>1)</sup> darauf hin, daß mit dieser Einrichtung, welche wegen Fortfall des Seiles die Förderung aus den größten Tiefen ermöglichen und gewissermaßen als Zukunftsförderung gelten soll, der angestrebte Zweck schwerlich zu erreichen sein wird, weil die Maschine sehr viel Kraft verbraucht (30 kg Kohle pro 1 t Nutzlast und 603 m Tiefe gegen 10,5 bis 11,5 kg, bei flotter Förderung sogar nur 5,5 bis 7,5 — alles auf 1 Stunde und 1 t Nutzleistung bezogen — in dem 1000 m tiefen Adalbertschachte in Příbram), und weil außerdem die Leistung wegen der langen Zeit, welche das Evakuieren der Röhre bei jedem Aufzuge beansprucht, eine geringe ist. Allerdings würde sich die Leistung höher stellen, aber immer noch ungenügend bleiben, wenn man, wie es in Epinac beabsichtigt ist, zwei Förderrohre nebeneinander anwendet.

Als Hauptvorteil ist gegenwärtig die Gefahrlosigkeit zu betrachten, welche die pneumatische Förderung für die Fahrung bietet; im übrigen erscheint dieselbe aber nicht als geeigneter Ersatz für die Schachtförderung mit dem Seile, zumal sie sehr hohe Anlagekosten erfordert, welche sich nach Jarolimek<sup>2)</sup> verringern ließen, wenn es möglich wäre, einen oder zwei kreisrunde Schächte mit ihrem ganzen Querschnitte als Förderrohre zu benutzen, oder wenn man nach dem Vorschlage von Simmersbach Preßluft benutzt<sup>3)</sup>.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1879, Nr. 9.

2) A. a. O. S. 115.

3) Über Mähner's Auftriebförderverfahren vergl. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1899, Nr. 46.

## B. Tagesförderung.

### 15. Kapitel.

#### Förderung bis zur Sturzbühne und Entleeren der Förderwagen<sup>1)</sup>.

126. **Rücklaufbahn.** — Das gewöhnliche Verfahren, die Förderwagen durch Arbeiter bis zur Sturzbühne und wieder zurück nach der Hängebank zu schaffen, ist für größere Entfernungen wegen der vielen Arbeitslöhne nicht zu empfehlen.

Ein einfaches Mittel, an Löhnen zu sparen, sind die schon früher (61, Abs. 7) beschriebenen Rücklaufbahnen.

127. **Ketten- und Seilförderung.** — Auf der Grube Maria zu Höngen bei Aachen werden die Kohlen von dem einen Schachte bis zur Ladebühne durch eine Kette ohne Ende geschafft, welche die Wagen mittels aufgesteckter Gabel faßt.

Auf der Grube Wiendahlsbank in Westfalen bediente man sich zu demselben Zwecke einer auf Rollen zwischen den Gestängen laufenden Kette, in welche aufrechtstehende Haken eingeschaltet waren (Fig. 429). Dieselben faßten in die herabhängenden Kuppelringe der auf das Gleis geschobenen Förderwagen und schafften

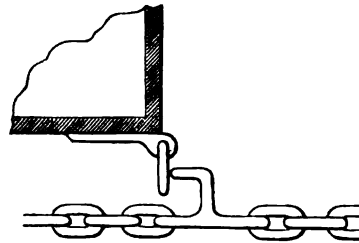


Fig. 429.  
Kettenförderung auf Zeche Wiendahlsbank.

sie fort. Bevor die Kette an den Enden der Bahn unter derselben verschwand, wurden die Wagen eine kurze schiefe Ebene hinaufgeschoben, nahmen beim Herablaufen von derselben eine größere Geschwindigkeit an und verließen die Kette.

Dieselbe Einrichtung findet sich auf Zeche Ver. Hamburg bei Witten zum Zurückschaffen der leeren Wagen bis zu der in der Nähe des Schachtes befindlichen Schmiervorrichtung.

Auf Zeche Rheinpreußen<sup>2)</sup> ist für das Befördern der Kohlen von der Hängebank bis zur Schiffsverladung am Rhein (640 m) eine maschinelle Förderung mit schwebender Kette eingerichtet, und zwar in derselben Art, wie im Burbachstollen der Grube von der Heydt bei Saar-

1) Engl. Kohlenladevorrichtungen in Glückauf 1888, S. 169. — Automatische Ladevorrichtung der Grube Fontaine-des-Roches am Obermosel-Kanal von F. Lemut. Bull. de la soc. de l'ind. min. (III), 1, S. 1311.

2) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 204.

brücken (42, Abs. 7). An den Enden der Bahn laufen die vollen Wagen der Kette, die leeren der Hängebank auf geneigten Bahnen selbsttätig zu, die letzteren, nachdem sie durch die Kette kurz vor der Antriebsmaschine ansteigend geführt sind.

Auch für die Förderung über Tage würde man, ebenso wie für die maschinelle Streckenförderung, Seile an Stelle der Ketten anwenden können.

**128. Pferde, Lokomotiven und andere Einrichtungen.** — Für sehr große Entfernungen verwendet man Pferde und kleine Lokomotiven, die letzteren in ausgedehntem Maße in Luisenthal bei Saarbrücken<sup>1)</sup>.

Auch die auf Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein in Betrieb befindliche Zahnradbahn<sup>2)</sup>, nach dem Muster der Rigibahn, erscheint für starke Gefälle und ansteigende Transporte zweckmäßig.

Für die Erzherzoglich Friedrichschen Spateisenstein-Gruben bei Marienhütte im Göllnitzthale (Ungarn) war eine Zahnradbahn gemischten Systems von 1885 bis 1898 in Betrieb, ist aber jetzt durch eine Drahtseilbahn ersetzt.

Endlich sind für geeignete Fälle Wasseraufzüge und Bremsberge anwendbar.

**129. Entleerung der Förderwagen ohne Sturzvorrichtung.** — Das Entleeren der mit Klappen versehenen Förderwagen geschieht, indem man die Wagen anhebt. Die Ladebühne ist dabei sehr einfach und hat an beiden Langseiten nur einen Baum, gegen welchen sich die Vorderräder setzen. Dies gewährt auch den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß man die kleineren Förderwagen leicht überall dahin führen kann, wo das Beladen der Abfuhrwagen stattfinden soll, was bei Verladen verschiedener Kohlsorten wichtig ist, während bei festen Sturzvorrichtungen und Eisenbahnverladung die schweren Eisenbahnwagen bewegt werden müssen. Bei Anwendung von Wagen mit Klappen werden die leeren Bahnwagen durch die Lokomotive auf die Langseite der Ladebühne verteilt und, nachdem sie gefüllt sind, wieder abgeholt.

Aus diesen Gründen sind die Wagen mit Klappen im böhmischen Braunkohlenreviere sehr viel in Anwendung, jedoch ist zu bemerken, daß dabei viel Arbeitskräfte erforderlich sind.

**130. Selbsttätige Ausstürzvorrichtung.** — In den Steinkohlengruben Nordamerikas wird eine selbsttätige Ausstürzvorrichtung (Murreys Patent Selfacting Dumping Cage) angewendet. Hierbei ist auf dem einbödigen Fördergestelle ein einzelner Wagen so angebracht, daß er beim Aufsetzen

1) Zeichnungen der »Hütte«, 1863, Taf. 3. — Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 210; 1863, Bd. 11, S. 263; 1864, Bd. 12, S. 172. — Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ing. 1868, Bd. 12, S. 639; Bd. 7, S. 371.

2) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 263.

des Gestelles eine geneigte Lage annimmt und ohne das Gestelle zu verlassen, sich direkt in die unmittelbar an die Hängebank anschließenden Klassiertrommeln entleert.

131. **Sturz- und Kreiselwipper** (nach dem englischen whipper, — auch Kipper genannt) sind die zum Ausstürzen der Wagen ohne Klappen gebräuchlichen Vorrichtungen. In dieselben werden die Wagen eingeschoben, drehen sich selbsttätig um und kehren nach geschehener Entleerung in ihre ursprüngliche Stellung zurück.

Bei den Sturzwippern findet das Umdrehen der Wagen in deren Längsrichtung statt. Es sind Gestelle von Flacheisen, welche sich um eine am Boden befindliche Achse drehen. Diese ist so angebracht, daß der Schwerpunkt des aufgeschobenen Wagens hinter ihr liegt, so daß der Wipper von selbst umschlägt.

Da bei dem Entleeren von Sturzwippern heftige Stöße unvermeidlich sind, so leiden dieselben sehr. Aus diesem Grunde zieht man die Kreiselwipper vor, bei denen der Wagen seitlich umschlägt.

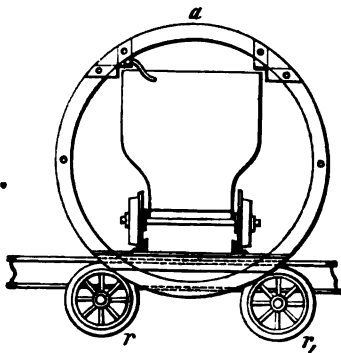


Fig. 430.

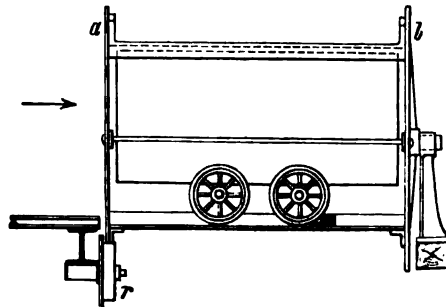


Fig. 431.

Kreiselwipper.

Dieselben bestehen aus zwei runden eisernen Kränzen *a* und *b* (Fig. 430 und 431), von denen der erstere auf zwei Rollen *r* und *r*, läuft, so daß er zum Aufschieben der Wagen frei bleibt. Der Ring *b* hat drei Arme und im Mittelpunkte einen Zapfen, der in einem Lagerständer ruht.

Will man den Wagen durchschieben, was zur Beschleunigung des Stürzens zweckmäßig ist, so läßt man auch den zweiten Ring auf Rollen laufen.

Um die Schwingungen des Wippers nach erfolgtem Umstürzen zu vermeiden, läßt man eine Klinke, welche während des Stürzens durch Auftreten mit dem Fuße gehoben war, rechtzeitig in eine, in dem vorderen Ringe angebrachte Vertiefung fallen, oder bringt seitwärts vom Wipper eine Bremsscheibe mit Radbremse an.

Kreiselwipper mit maschinellern Betrieben sind auf den Gruben Gerhard Prinz Wilhelm und Heinitz bei Saarbrücken in Anwendung. Durch Riemenübertragung wird eine Friktionsscheibe in fortwährend drehender Bewegung erhalten und die letztere durch Einrücken eines Hebels dem Wipper mitgeteilt<sup>1)</sup>. Dasselbe ist auf den Gruben Mariemont und Bas-coup, sowie auf der Lührigschen Kohlenwäsche zu Anzin der Fall<sup>2)</sup>. Man will mit dem langsamen Umkippen das Zerkleinern der Kohlen verhüten.

J. Karlik in Kladno hat einen Wipper hergestellt, welcher nach Einrückung einer Kuppelung sich zuerst rasch, während des Entleerens langsam und nach demselben wieder rasch bewegt, wodurch das Fördergut den Klassierungsapparaten gleichmäßiger zugeführt wird. Diese ungleichartige Geschwindigkeit wird dadurch erreicht, daß der Wipper von zwei ungleich großen Reibungsrollen, denen verschiedene große Kranzprofile entsprechen, bewegt wird. Im Anfange des Kippens berührt die größere Rolle das kleinere Kranzprofil. Im Augenblicke des Kippens verläßt das kleine Kranzprofil die größere Rolle und es kommt auf  $\frac{1}{4}$  der Umdrehung die kleine Rolle zum Tragen, wobei das Entleeren langsam vor sich geht, bis nach demselben wieder die größere Rolle in Tätigkeit tritt. Bei einem Verhältnis der Durchmesser von 1 : 1,875 in den Tragkränzen und von 1 : 20 in den Rollen dauern diese drei Perioden 2, 19 und  $4\frac{1}{4}$  Sekunden, so daß einschließlich  $4\frac{3}{4}$  Sekunden für den Wagenwechsel zur vollen Umdrehung ein halbe Minute erforderlich ist, was bei einer Nutzlast von 500 kg pro Wagen einer Förderung von 600 000 kg in 10stündiger Schicht entsprechen würde.

Denselben Zweck verfolgt der auf der Grube Königin Luise bei Zabrze eingebaute Wipper, Patent Ulrich Frantz<sup>3)</sup>.

**132. Fahrbare Wipper.** — Um das mit fest eingebauten Wippem verbundene Bewegen (Rangieren) der Eisenbahnwagen zu vermeiden, wurden auf den Emscherschächten bei Altenessen, sowie in Poln.-Ostrau<sup>4)</sup> fahrbare Wipper angewendet.

Dabei sind Kreiselwipper auf den Gestellen angebracht, welche mit vier Rädern auf zwei Schienen über den in einem Einschnitte der Ladebühne stehenden Eisenbahnwagen hinweggeschoben werden können. Es sind nun mindestens so viel Wipper in Gebrauch, als man Kohlenarten zu verladen hat. Je ein Wipper wird über den zu beladenden Wagen gefahren und bleibt dort, so lange stehen, bis der Wagen gefüllt ist. Die Ladebühne ist mit eisernen Platten belegt.

Zur Schonung der Kohlen beim Ausstürzen ist an den Wippem noch eine mit einem Gegengewichte ausgeglichene Rutsche angebracht, welche

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 250. — Eng. a. Min. J. Bd. 48, S. 160.

2) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 75.

3) Ebenda 1893, Bd. 41, S. 201.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1883, Nr. 1, Taf. 1, Fig. 7 u. 8.

zunächst bis nahe auf den Boden des leeren Wagens reicht und allmählich hochgezogen wird.

**133. Bewegen der Eisenbahnwagen<sup>1)</sup>.** — Bei allen festen Wippen müssen die gefüllten Eisenbahnwagen fortgeschafft und durch leere ersetzt werden. Bei kleinen Förderungen geschieht dies durch Arbeiter oder durch schwere Pferde. Da jedoch die Arbeit hauptsächlich im Anziehen der beladenen Wagen besteht, so sind die besten Pferde in kurzer Zeit verbraucht. Auf der Zeche Prinz-Regent in Westfalen, sowie auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft bei Aachen<sup>2)</sup> wendete man deshalb Ochsen an, welche nach ein- oder zweijährigem Gebrauche als Schlachtvieh gute Verwertung fanden.

Bei starken Förderungen sind maschinelle Anlagen wegen ihrer größeren Leistungsfähigkeit und billigeren Betriebskosten vorzuziehen.

Von solchen Anlagen sind Maschinen mit Seilhaspel, welche auf Schiebebühnen<sup>3)</sup> stehen, sehr verbreitet.

Auch würde sich bei Vorhandensein eines Akkumulators eine Vorrichtung sehr zweckmäßig verwenden lassen, welche bei Homberg a. Rh. zum Abziehen der mit dem Trajekte von Ruhrort herüberkommenden und mit einem hydraulischen Aufzuge in die Sohle der Eisenbahn bei Homberg gebrachten Waggons gebraucht wird.

Dabei ragen zwischen den Gleisen mehrere durch Übertragung in Umdrehung versetzte kurze Holzstämme hervor. Nachdem ein Hanfseil an den Wagen angehakt ist, wird das untere Ende um einen Holzstamm geschlungen und so der Wagen in Bewegung gesetzt, worauf er nach dem Aushaken des Seiles von selbst weiterläuft.

Endlich stehen, besonders dort, wo große Längen zu durchfahren sind, vielfach auch kleine Lokomotiven in Gebrauch, welche wegen ihrer Beweglichkeit besonders zweckmäßig erscheinen. Gegenüber dem Transporte mit Pferden erzielte man auf Florentinegrube in Oberschlesien mit 3 schmalspurigen Lokomotiven von je 20 Pferdestärken (von Kraus & Co. in München) eine Ersparung von 32 bis 33%, einschl. 15% Amortisation<sup>4)</sup>. Auch die feuerlosen Lokomotiven von Lamm-Francq (47) werden empfohlen, nur ist zu bemerken, daß die Anwendung von Lokomotiven auch ihre Nachteile hat, indem sie eine Gefahr für die auf den Bahnhöfen beschäftigten Arbeiter herbeiführt und durch die bei Zusammenstößen verursachten Beschädigungen viel Kosten verursachen können.

---

1) Chr. Dütting, Über Rangierbetrieb auf Bergwerken (mit Kostenberechnung für Tiere und für die verschiedenen maschinellen Vorrichtungen) in Preuß. Zeitschr. 18990, Bd. 38, S. 197.

2) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 297.

3) Ebenda S. 297 u. 298, Taf. XII, Fig. 7.

4) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 298.

## 16. Kapitel.

**Förderung der Berge<sup>1)</sup>.**

134. **Anwendung von Bergerollen und Seilbahnen.** — Die bei dem Betriebe der Querschläge u. s. w. in Steinkohlengruben fallenden Berge werden, wenn in der Nacht die Förderung ruht, in die zur Verfügung stehenden leeren Förderwagen verladen und auf das Füllort gestellt. Bei Beginn der Förderung muß man zunächst die Bergewagen zu Tage fördern, worauf sie gewöhnlich nach der Halde geschafft und dort entleert werden. Bei großer Entfernung der Halde und ganz besonders bei ungünstiger Witterung, Schneefall u. s. w. erfordert dies Verfahren jedoch eine geraume Zeit und verzögert den Anfang der Kohlenförderung, somit aber auch die Leistungsfähigkeit des Schachtes, wenn nicht eine der Zahl der Bergewagen entsprechende Anzahl leerer Wagen über Tage zur Verfügung steht.

Auf Zeche Hannover in Westfalen wurde dieser Übelstand zweckmäßig dadurch beseitigt, daß man die Berge in eine am Schachtgebäude angebrachte »Verladetasche« oder »Rolle« stürzte und sie aus dieser während der Tagesschicht in gleichmäßiger Arbeit nach der Halde schaffte, entweder durch Menschen oder Pferde, oder, wie auf Zeche Mont Cenis in Westfalen, durch eine Seilbahn (17. Kap.).

Um die Bockgerüste bei den Bergehalden zu ersparen, hat der Bergwerksdirektor A. Ernst in Seesen am Harz eine Vorrichtung gebaut<sup>2)</sup>, bei welcher sich eine vollständige fertige Schienenbahn innerhalb eines Holzrostes befindet. Der letztere wird nach Bedarf vorgeschoben und die Schienenbahn entsprechend ergänzt.

Mit Hilfe der Muldenwagen kann man denselben Zweck dadurch erreichen, daß man dieselben am Rande der Halde ausstürzt und die Schienenbahn entsprechend nachrückt. Allerdings muß dabei zeitweilig ein Teil der Berge, welcher vor dem Verlegen der Schienenbahn oben liegen bleibt, hinabgeschaufelt werden, was bei der Ernstschen Einrichtung nicht erforderlich ist.

---

1) Griot, Die Bergförderung auf dem Schachte von Lyon. Bull. de l'ind. min. (III), 3, S. 365.

2) A. Ernst, Verschiebliche Haldensturzbühnen. Hannover 1886.

## 17. Kapitel.

Drahtseilbahnen<sup>1)</sup>.

135. **Allgemeines.** — Die Drahtseilbahnen oder Seileisenbahnen sind hängende Schienenwege, bei denen die Schienen durch Drahtseile oder Rundeisen ersetzt sind. Sie eignen sich besonders für Tagesförderung, hier aber wegen ihrer geringen Anlagekosten vorzüglich für bergiges oder hügeliges Land, wo die Herstellung von Fahrstraßen oder Schienenwegen unmöglich oder zu kostspielig ist. Mit den Drahtseilbahnen kann man auf die bequemste Weise über Täler, Flüsse u. s. w. kommen, sie gestatten auch abwechselndes Steigen und Fallen, nur darf dasselbe nicht mehr als  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{8}$  betragen<sup>2)</sup>. Die Drahtseilbahnen sollen schon im 18. Jahrhundert bekannt gewesen und beispielsweise zur Abtragung des Bischofsberges bei Danzig im Jahre 1733 benutzt worden sein<sup>3)</sup>. Nach anderen Mitteilungen kannte man die Seilbahnen schon 1644 in Danzig und 1664 in Holland. Jedenfalls waren sie wieder in Vergessenheit geraten, bis im Jahre 1861 Freiherr von Dücker<sup>4)</sup> eine Seilbahn auf Grube Friederike bei Bochum versuchsweise anlegte und auch im Jahre 1870 auf der Gewerbeausstellung in Breslau durch ein Modell anschaulich machte. Wahrscheinlich unabhängig davon hat auch der Engländer Hodgson im Jahre 1868 die Idee der Drahtseilbahnen praktisch ausgeführt und zwar in zwei Systemen, nämlich einmal mit einem Seile ohne Ende, welches zugleich als Leit- und Treibseil, und sodann mit einem Leitseile, welches als Schiene dient, während ein besonderes Treibseil die Gefäße fortbewegt. Das erste System stimmt mit dem v. Dückerschen überein, das andere wird in neuerer Zeit von Bleichert & Otto in Leipzig sowie von Th. Obach in Wien und Pohl in Köln ausgeführt. Im allgemeinen eignet sich das erste System für kleine Anlagen und geringe Leistung, weil die Herstellung mit nur einem Seile billiger ist. Für größere Anlagen, bei denen auch die Förderkübel größer genommen werden, gewährt das zweite System mehr Sicherheit.

1) Berechnung der Seilbahnen von Julius v. Hauer im Berg- u. H. Jahrb. d. k. k. Bergakademien 1884, Bd. 32, S. 322. — J. Pohl, Ottosche Drahtseilbahn von Bedar nach Garruche in Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 33 (1889), S. 442. — Mitteilung über Luftbahnen, System Beer, von C. H. Raoult, Revue univ. (III), 3, S. 49. — Drahtseilbahn für die Moskowsische Akt.-Gesellsch. von A. Bleichert & Co. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. Bd. 33 (1888), S. 741. — Ebenda Bd. 34 (1890), S. 16, 61. — Glückauf 1890, S. 721.

2) v. Hauer, Fördermaschinen der Bergwerke II, S. 636.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874, S. 210. — Serlo a. a. O. 1884, S. 49.

4) Berggeist 1869, S. 239, 269, 293. — Polyt. Zentralbl. Leipzig 1869, S. 997, 1064. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1870, S. 67. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1871, S. 91.



136. **Drahtseilbahnen mit einem Seile ohne Ende<sup>1)</sup>.** — Das Seil ohne Ende geht von der Umtriebsmaschine, welche entweder an einem Ende der Bahn oder an einer Biegung derselben aufgestellt sein kann, über

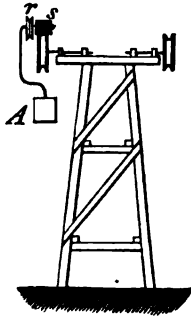


Fig. 432.

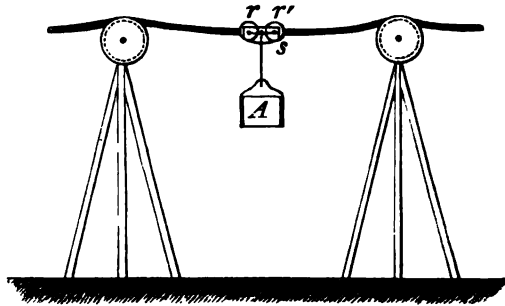


Fig. 433.

Drahtseilbahn mit Seil ohne Ende.

Rollen, welche an den beiden Enden von Böcken angebracht sind (Fig. 432 und 433), und ist am andern Ende der Bahn um eine bewegliche Scheibe geschlungen. Die letztere ruht auf einem Gestellwagen, von dessen hinterem Ende eine Kette oder ein Seil über eine stehende Rolle läuft und einen Gewichtkasten trägt, sodaß damit die Spannung des Seiles in derselben Weise erreicht wird, wie bei der Streckenförderung mit Seil ohne Ende (40).

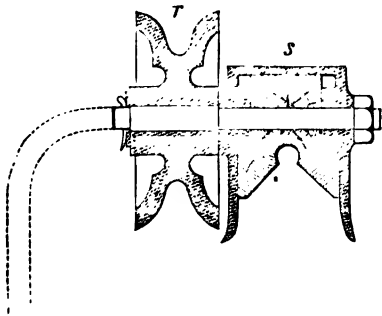


Fig. 434.

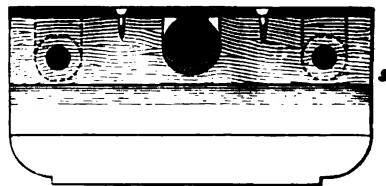


Fig. 435.

Schlitten zur Seilförderung.

Unter dem Seile hängt das Fördergestell *A* an einem gebogenen Haken, welcher an seinem oberen Ende den mit zwei Rollen *rr'* versehenen Schlitten *s* (Fig. 434 und 435) trägt. Derselbe ist im Innern mit Holz (auch mit Guttapercha) ausgefüllt und hat eine Hohlkehle,

1) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 1.

mit der er auf dem Seile ruht. Kommt der Schlitten an die Tragrollen der Böcke, so setzen sich die abgeschrägten Flächen auf die Kränze der Tragrolle, der Schlitten wird durch die Drehung der Rollen über dieselben hinweggehoben und auf der andern Seite wieder auf das Seil gesetzt.

An den Endpunkten verschwindet das Seil unter der Bahn, einerseits, um zu dem tiefer stehenden Seilkorbe der Umtriebsmaschine, anderseits, um zur Spannscheibe hinabzugehen, jedoch erst dann, nachdem der Förderkübel mit den am Schlitten befestigten Rädern  $rr'$  auf einer besonderen Bahn von Hochkant-Eisen abgesetzt ist. Auf dieser wird er mit der Hand bis zur Entladestelle (bezw. Beladestelle) fortgeschoben, nach geschehener Abfertigung in der gebogenen Bahn weiter gebracht und am Ende derselben auf das von unten wieder aufkommende Seil gesetzt.

Die feste Bahn kann auch mit Abzweigungen versehen sein, so daß man mit dem Förderkübel nach verschiedenen Punkten gelangen kann.

**137. Drahtseilbahnen mit Treibseil und Leitseil<sup>1)</sup>.** — Diese Bahnen haben in den letzten Jahren sehr häufige Anwendung gefunden. Der Förderkübel  $K$  (Tafel V, Fig. 6 und 7) läuft mit zwei Rädern  $rr'$  auf einem Leit- oder Tragseile  $l$  und wird durch ein Treib- oder Zugseil  $t$  fortbewegt. Das Leitseil ist bisweilen durch eine fortlaufende eiserne Rundstange ersetzt.

Die Befestigung des Treibseiles an dem Kübel geschah früher dadurch, daß dasselbe durch einen exzentrischen Knaggen  $e$  gegen eine ebenso wie dieser am Bügel des Förderkübels angebrachte Scheibe  $s$  gedrückt wurde.

An den Endstationen stieß ein kleiner, aufrecht stehender Hebel  $h$  gegen eine Schiene  $u$ , der Knaggen wurde dadurch umgedreht, der Kübel frei gemacht und nunmehr, nachdem Treib- und Leitseil nach unten gegangen waren, in derselben Weise, wie bei dem Systeme mit Seil ohne Ende mittels der Laufräder  $rr'$  auf einer festen Bahn von  $\perp$ -Eisen oder hochkantig gestellten Flachschiene mit der Hand fortbewegt und nach dem Entleeren, bezw. Füllen, auf das zweite Leitseil gebracht. Nachdem der Knaggen eingerückt war, erfolgte das Zurückschaffen, sodaß jedes Fördergefäß einen Kreislauf machte.

Bei zahlreichen neuen Ausführungen wendet die Firma Bleichert & Otto-Leipzig einen Kuppelungs-Apparat an, welcher sich selbst bei starken Steigungen als durchaus sicher bewährt hat und doch das Seil nicht angreift.

---

<sup>1)</sup> Glückauf. Essen 1886, Nr. 6. — Drahtseilbahn auf Antonienhütte von C. Sachs in Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1887, Nr. 45. — Engineering Bd. 45, S. 232.

Das zur Aufnahme des Kastens, einer Plattform oder dergleichen bestimmte Wagengehänge *G* (Fig. 436 bis 440) trägt an seinem oberen Ende fest mit demselben verbunden den Mittelbolzen *M*, der in dem Gleitkörper *K* gelagert ist. Dieser kann sich in vertikaler Richtung zwischen den gußstählernen Wangen bewegen. An seinem oberen Ende trägt der Gleitkörper *K* die mit einem Schlitz versehene Druckschraube *D*, in deren Schlitz das längere Ende des zangenförmigen Hebels *H*, der sich um den Bolzen *A* dreht, eingreift, während sich der kürzere zu einer Klemmbacke *B* ausbildende Schenkel des zangenförmigen Hebels gegen eine zweite, mit der einen Wange des Laufwerkes fest verbundene Klemmbacke *B'* stützt und das zwischen beiden

*B* ausgebildete Schenkel des zangenförmigen Hebels gegen eine zweite, mit der einen Wange des Laufwerkes fest verbundene Klemmbacke *B'* stützt und das zwischen beiden

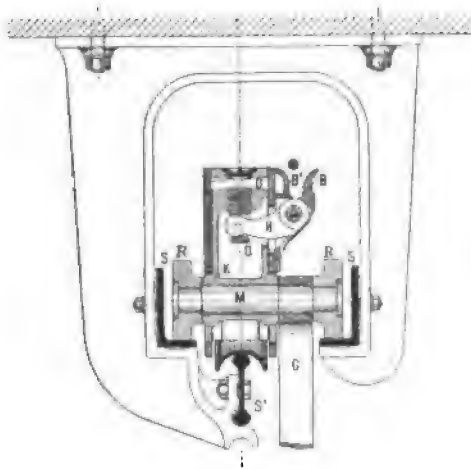


Fig. 436.

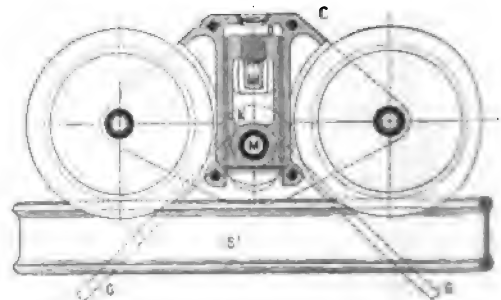


Fig. 439.

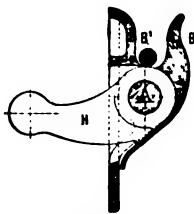


Fig. 437.

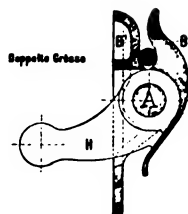


Fig. 438.

Kuppelungsapparat von Bleichert & Otto.

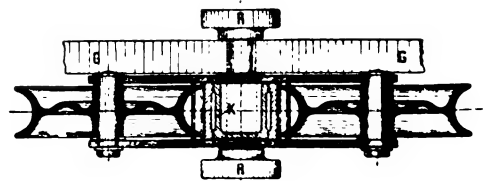


Fig. 440.

Klemmbacken eingeführte Zugseil einklemmt. Die Druckschraube *D* hat nicht nur den Zweck, die Bewegung von dem Gleitkörper *K* mit dem daran hängenden Wagen auf den beweglichen Klemmbacken *H* zu übertragen, sondern dieselbe dient auch als Regulierschraube, um die Entfernung zwischen den beiden Klemmbacken, dem ungefähren Durchmesser entsprechend, einzustellen.

Der Druck, mit welchem das zwischen den Klemmbacken befindliche Seil eingeklemmt wird, setzt sich zusammen aus dem Gewicht des Wagens,

multipliziert mit dem Hebelverhältnis des beweglichen Klemmbackenhebels und es ist ohne weiteres einleuchtend, daß durch entsprechende Wahl dieses Hebelverhältnisses der Druck zwischen den Klemmbacken so gesteigert werden kann, daß ein Rutschen des Seiles selbst bei den größten vorkommenden Steigungen ausgeschlossen ist. Die Länge der Klemmbacken, d. h. die Druckfläche, läßt sich aber ohne die Herstellungskosten des Apparates nennenswert zu erhöhen, beliebig groß annehmen, sodaß das Zugseil in der denkbar günstigsten Weise beansprucht wird und dasselbe absolut nicht angegriffen werden kann.

Zum Ein- und Auslösen der Klemmbacken, d. h. zum Ein- und Auskuppeln des Wagens mit dem Zugseil, dienen die an den Enden des Mittelbolzens befindlichen Kuppelrollen *R*. Beim Einlauf in eine Station gelangt der Wagen auf eine sich mittels einer Zunge an das Tragseil anschließende Hängebahnschiene *S'* (Fig. 436 bis 440). Zu beiden Seiten dieser Schiene befinden sich die aus Winkeleisen hergestellten Leit- oder Kuppelschienen *S* (Fig. 436), auf welche an gegebener Stelle die Kuppelrollen *R* und somit der Mittelbolzen mit dem daran hängenden Wagen ihre Unterstützung finden. Die Kuppelschienen *S* sind von der Stelle an, wo sie der Wagen antrifft, mit geringer Ansteigung geführt. Das Laufwerk des Wagens verbleibt auf der horizontalen Hängebahnschiene *S'*, während die Kuppelrollen *R* die Steigung der Kuppelschienen hinauflaufen, wodurch der Mittelbolzen mit dem daranhängenden Wagen gehoben und die Klemmbacke geöffnet wird. In dieser Stellung hebt sich das Zugseil aus den Klemmbacken und der Wagen ist vollständig freigegeben. Beim Auslaufen aus der Station vollzieht sich derselbe Vorgang in umgekehrter Weise.

Von der großen Zahl der in neuerer Zeit angelegten Drahtseilbahnen<sup>1)</sup> sollen nur einige als Beispiele angeführt werden.

Von dem Eisensteinbergwerke Briloner Eisenberg<sup>2)</sup> wurden die Erze nach der 3,5 km entfernten Station Olsberg geschafft. Die Förderkosten stellten sich für 1 Tonne auf 30  $\mathcal{P}$ , d. h. auf den fünften Teil der früheren Fuhrkosten, bei einem täglichen Transporte von 90 Tonnen. Die Anlagekosten betrugen 80000  $\mathcal{M}$  einschließlich der Grundentschädigung.

Die Drahtseilbahn der Grube Matthias in Oberschlesien ist 1550 m lang und führt in gerader Richtung nach der Oberschlesischen Schmalspurbahn. Die Transportkosten berechnen sich zur Zeit bei nur 3 Tonnen Förderung auf 40  $\mathcal{P}$  für die Tonne.

Eine Drahtseilbahn von dem Förderschachte der Cons. Johann-Baptista-Steinkohlengrube in Niederschlesien nach dem Bahnhofe Mittelstein der Bahnlinie Dittersbach-Glatz überschreitet ein größeres Tal und besteht aus zwei Stücken von 2656 m und 2056 m Länge, welche untereinander einen

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1881, S. 602. — Berggeist. Jahrg. 26, 1881, Nr. 40.

2) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 262.

Winkel von  $158^\circ$  bilden. In diesem Winkelpunkte steht die Betriebsmaschine von 10 Pferdekraften. Die anstatt der Leitseile verwendeten Rundeisenstangen von je 50 m Länge sind hier für die vollen Fördergefäße 30 mm, für die leeren 25 mm stark und werden durch Gewichte von 5000 bzw. 3500 kg gespannt erhalten. Je zwei Stücke sind zusammengeschweißt und in Längen von 100 m durch stählerne Muffen miteinander verschraubt. Bei der erwähnten Talüberschreitung sind an Stelle der Rundeisenstäbe Drahtseile eingeschaltet.

Das Zugseil ist 15 mm stark und besteht aus 42 Gußstahldrähten von 1,5 mm Stärke. Die Förderkübel von 3 hl oder 250 kg Inhalt werden durch Muffen, welche auf das Zugseil in 50 m Abstand aufgezogen sind, mitgenommen und in der oben beschriebenen Weise festgeklemmt.

Die Bahn ist auf eine Förderung von 240 t in 10 Stunden berechnet. Die Anlagekosten betragen 110612 *M*. Bei einer jährlichen Förderung von 20000 t und 29622 *M* Betriebskosten, einschl. 10% für Amortisation des Anlagekapitals, stellen sich die Förderkosten auf rund 60 *S* für 1 Tonne.

Die großartigste Ausführung dieser Art Bahnen ist die nach dem System Th. Obach erbaute Siebenbürger Drahtseilbahn<sup>1)</sup>. Sie ist im ganzen 30542 m lang, hat ein Gesamtgefälle von 892 m, übersetzt 60 Bergrücken und 62 Täler, darunter 28 mit freien Spannweiten von 200 bis 472 m, letztere 247 m über der Talsohle. Die Bahn dient zur Zufuhr von Erz und Holzkohle nach den im Hunyader Komitate im Jahre 1883 erbauten zwei Holzkohlenhochöfen und setzt sich aus 6 einzelnen Strecken von 2404, 4418, 4276, 4291, 1882 und 3603 m Länge zusammen. Die Fördergefäße haben 0,5 cbm Inhalt und fassen 120 kg Kohle, bzw. 300 kg Erz. Die Leistung der Bahn ist 100 Kübel pro Stunde, darunter  $\frac{2}{3}$  Erz und  $\frac{1}{3}$  Holzkohle. Die Tragseile auf der Kohlenbahn sind 17 mm, auf der Erzbahn 25 mm, die Zugseile 13 bzw. 18 mm stark, sämtlich aus bestem Stahl hergestellt. Die Gesamtanlage soll nur 93000 *M* gekostet haben.

**138. Drahtseilbahn von Kimberley.** — Eine eigenartige Drahtseilbahn ist bei Diamantgruben in Kimberley angelegt. Dieselbe besteht aus 4 starken Tragseilen, auf denen, wie auf Schienen, die Wagen mit Rädern laufen. Die Bahn überwindet bei einem Horizontalabstand von 330 m einen Höhenunterschied von 160 m.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1884, Nr. 50. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, Literaturblatt, S. 23.

## 18. Kapitel.

## Beleuchtung der Tagesanlagen.

**139. Lampen und Leuchtkörbe.** — Bis vor kurzem waren Öl- oder Petroleumlampen und Leucht- oder Förderkörbe die einzigen Mittel zur Beleuchtung von Hängebank, Ladebühne, Rätteranlage, sowie der Bahngleise, Bergehalden und endlich auch der Tagebaue.

Die Feuerkörbe sind naturgemäß auf Kohlengruben im Gebrauche, sie haben eine korbähnliche Form, bestehen aus Eisenstäben und werden mit Stückkohle gefüllt, welche mit Hilfe der durch die Eisenstäbe tretenden Luft verbrannt werden.

Bei ihrer Feuergefährlichkeit sind diese Körbe nur auf freien Plätzen zu verwenden. In der Nähe von Baulichkeiten, oder in diesen selbst wurden bisher vorwiegend Petroleumlampen gebraucht, trotzdem diesen mancherlei schwere Übelstände anhaften. Zunächst werden sie durch Zugwind leicht ausgelöscht, sodann ist mit ihrer Anwendung ein sehr starker Verbrauch von Zylindern verbunden und endlich ist es sehr schwer, die mit der Wartung der Lampen betrauten Arbeiter daran zu gewöhnen, daß sie die Zuglöcher sauber halten und die Dochte glatt abputzen. Die Folge davon ist ein trübes Licht und Beschlagen des Zylinders mit Ruß.

Ein ausgezeichnete Ersatz für die gewöhnlichen Petroleumlampen sind solche ohne Zylinder von Friemann & Wolf in Zwickau. Dieselben sind gewöhnliche Flachbrenner, bei denen eine geringe Menge Preßluft unter die den Docht umschließende Haube geblasen wird. Die Preßluft strömt gleichzeitig mit den brennenden Gasen durch den Schlitz und erzeugt durch vollkommene Verbrennung eine große Helligkeit.

Auch Leuchtgas ist mehrfach angewendet, und zwar in Verbindung mit Siemens'schen Regenerativ-Gaslampen (Heißluftbrennern) auf Zeche Dannenbaum in Westfalen (Petroleumgas) und Heinitz-Schacht III. Durch einen Teil der abziehenden Verbrennungsprodukte wird sowohl das Gas, als auch die Verbrennungsluft vor Eintritt in die Flamme vorgewärmt und dadurch einerseits die Lichtstärke erhöht und an Gas gespart, anderseits in geschlossenen Räumen eine bessere Ventilation erzielt<sup>1)</sup>.

Am vollständigsten wird die Beleuchtungsfrage bei allen Grubenanlagen über Tage durch elektrisches Licht gelöst und zwar durch Bogenlicht für Tagebauten (Grube Concordia bei Nachterstedt mit Reflektor und 4000 Kerzen), sowie für Bahnhöfe und andere größere Plätze, und durch Glühlicht für geschlossene Räume. Die Kosten für Brennstunde und Lampe betragen etwa 20  $\mathcal{R}$  bei Bogenlicht und 2,5  $\mathcal{R}$  bis 3  $\mathcal{R}$  bei

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 279; 1880, Bd. 28, S. 255; 1881, Bd. 29, S. 216; 1883, Bd. 31, S. 205.

Glühlicht. Abgesehen davon, daß das elektrische Licht in manchen Fällen billiger ist, als Petroleumlampen, ist es allen anderen Beleuchtungsarten an Feuersicherheit, Bequemlichkeit und geringer Bewartung überlegen.

140. **Leuchtöfen**<sup>1)</sup>. — Bei der Kohlenverladung auf dem Bahnschachte der Königsgrube in Oberschlesien wird ein von dem Berg- und Hütteninspektor M. Mühling in Falkenau bei Eger angegebener Leuchtöfen angewendet. Derselbe besteht aus einem kleinen Gasgenerator mit einem 400 mm breiten Treppenroste. Auf dem ersteren befindet sich eine kleine Esse (dem Zylinder der Petroleumlampen entsprechend), in deren oberem Teile ein aus zwei Blechzylindern bestehender Brenner so eingemauert ist, daß zwischen den beiden Röhren ein ringförmiger Raum frei bleibt, durch welchen das im Generator erzeugte Gas ausströmt. Durch vier seitlich in der Esse angebrachte Öffnungen kann die Luft in das Innere des unten geschlossenen Blechzylinders gelangen, während durch vier andere Öffnungen ein Zutritt zu dem äußeren Rohre ermöglicht ist. Die Zuführung der Luft erfolgt also nach Art der Argandschen Brenner. Zur Füllung des Ofens sind 75 kg Steinkohlen erforderlich, womit die Flamme zwei Stunden lang unterhalten wird. Soll der Ofen länger leuchten, so muß nachgefüllt werden. Die Flamme hat am unteren Ende 18 cm Durchmesser und erreicht eine Höhe bis zu 1 m, ist von weißer, hell leuchtender Farbe und im Betriebe erheblich billiger als Leuchtkörbe.

### Literatur.

- Ch. Combes. *Traité de l'expl. des mines*. Paris 1844.  
 A. T. Ponson. *Traité de l'expl. des mines de houille*. Liège 1852.  
 F. Neumann. *Hydraulische Motoren*. Weimar 1868.  
 von Dücker. *Die Seileisenbahn*. Separatabdruck aus dem Notizblatte des deutschen Vereins für Ziegelfabrikation 1871.  
 Alfred Evrard. *Les moyens de transport appliqués dans les mines, les usines et les travaux publics*. Paris 1872.  
 Pernollet. *L'air comprimé et ses applications*. Paris 1876.  
 Hâton de la Goupillière. *Cours d'expl. des mines*. II. Aufl. Paris 1896—1897.  
 H. Vogel. Über den Ersatz der Pferde bei der unterirdischen Streckenförderung ausgedehnter Bergwerke in Preuß. Zeitschr. Bd. 31, 1883, S. 399.  
 J. Ritter v. Hauer. *Die Fördermaschinen der Bergwerke*. 3. Aufl. Leipzig 1884.  
 Ch. Demanet. *Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke*. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.  
 Eugen Braun. *Die Kettenförderung auf horizontaler und geneigter Schienenbahn*. Freiberg 1886.

1) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 266.

- Bremsberg-Verschlüsse. Beschreibung derselben mit Abbildungen in Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 22 (nach Revue universelle Bd. 17 u. 20).
- B. Otto in Planitz. Die Fördermaschinen-Anlage auf dem Heinrichschachte der v. Arnimschen Steinkohlenwerke zu Planitz bei Zwickau. Uhlands prakt. Maschinen-Konstrukteur. 1888, Heft 6 u. 7.
- A. Stein. Die verschiedenen Methoden der mechanischen Streckenförderung unter besonderer Berücksichtigung der Seilförderungen. Gelsenkirchen. II. Aufl. 1898.
- Eugen Braun. Die Seilförderung auf sölhiger und geneigter Schienenbahn. Freiberg i. S. 1898.
- E. Tomson. Förderanlagen für große Teufen. Sonderabdruck aus Glückauf. Essen 1898.
- Luttermann. E. Mähner's Auftriebförderverfahren. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1899, S. 541.
- F. Hood. Elektrische Grubenlokomotiven. Bergbau 17, Nr. 7, S. 5.
- H. K. Myers. Die neuesten Formen der Preßluft- u. elektrischen Lokomotiven. Mines a. Miner. 20, S. 75.
- L. Litschauer. Über Drahtseilbahnen. Leobener Jahrbuch 1899, S. 369.
- Roch. Vorrichtung zur Verhütung des harten Aufsetzens der Schachtfördergestelle. Jahrb. f. d. B.- u. H.-W. im Kgr. Sachsen 1899, A, S. 138.
- V. Dypka und H. Kwapulinski. Selbsttätige Seilklemme für Förderwagen. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1899, S. 558.
- Myers. Preßluftlokomotive. Mines and Minerals 21, S. 188.
- A. Rhode. Amerikanische Grubenlokomotive. Bergbau 13, S. 8.
- J. Diviš. Einiges über Seildraht und Drahtseile. Österr. Zeitschr. 1900, S. 561, 579, 591.
- W. B. Clarke. Elektrische Streckenförderung. Mines and Minerals 22, S. 252.
- Deverne. Die Mittel zum Fördern aus großen Teufen. Compt. rend. mens. Soc. de l'ind. min. 1902, S. 24.
- Baum. Die Fortschritte der Lokomotivförderung. Glückauf 1902, S. 73, 121, 145.
- R. Hirsch. Systeme der Förderung mit Preßluftbetrieb. Engin. and Min. Journ. 73, S. 376.
- R. Evers. Der Gurtförderer, Robins Patent. Österr. Zeitschr. 1902, S. 131.
- Kohlenwipper, System Rigg. Österr. Zeitschr. 1902, S. 247.
- Mechanische Transporteinrichtungen, System Temperley. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1902, S. 254.
- C. Köttgen. Über elektrische Schachtförderungen. Glückauf 1902, S. 307.
- L. Volf. Vorrichtung zum Umdrehen der Wagen bei der Schmierung. Österr. Zeitschr. 1901, S. 568.
- F. Strassburgers neue selbsttätige und unabstellbare Kopfschranke für Brems- und Haspelberge. Jahrb. f. d. B.- u. H.-W. im Kgr. Sachsen.
- F. Günther. Schachtverschluß für seigere Bremsschächte. Bergbau 15, S. 7.



## Fünfter Abschnitt.

### Fahrung.

---

**1. Einleitung.** — Unter Fahrung versteht man die Art und Weise, wie sich Menschen in Grubenbauen fortbewegen, sei es mit Hilfe der eignen Muskelkraft oder der Maschinenkraft.

Über die Fahrung in Strecken und Abbauen ist etwas besonderes nicht zu erwähnen und wird deshalb in diesem Abschnitte lediglich von der Fahrung in Schächten die Rede sein. Dieselbe geschieht auf Stiegen oder Treppen, auf Rutschbahnen oder Rollen, auf Fahrten und Fahrkünsten, sowie endlich am Förderseile.

---

#### 1. Kapitel.

##### Fahrung ohne Maschinenkraft.

**2. Stiegen oder Treppen.** — Die Fahrung auf Stiegen oder Treppen findet immer zweckmäßige Anwendung in solchen flachen Schächten, deren Einfallen zu gering ist, um Fahrten anbringen zu können, während es anderseits zum Fahren auf glatter Sohle zu steil ist.

Wenn es irgend geht, haut man dabei die Treppenstufen im liegenden Gesteine aus, andernfalls wendet man gewöhnliche hölzerne Treppen an, stets aber ist zur Erleichterung des Fahrens ein Seil oder ein glattes hölzernes Geländer anzubringen.

In der Sierra Almagrera in Spanien hat man Treppen, mit einem Seile am Hangenden, bei tonnlägigen Schächten von 40 bis 60° Einfallen<sup>1)</sup>.

Wendeltreppen und Treppen mit Podesten findet man vorzugsweise in den Salzbergwerken des Salzkammergutes, in Wieliczka, Hercynia bei Vienenburg u. s. w.<sup>2)</sup>.

---

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1867, S. 245.

2) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 35.

Im allgemeinen sind Treppen sowohl in der Anlage, als auch in der Unterhaltung teurer, als Fahrten, außerdem ist das Fahren auf Treppen anstrengender, weil nur die Muskelkraft der Beine in Anspruch genommen wird, während auf Fahrten die Arme mit helfen.

**3. Rutschen oder Rollen.** — Das Fahren auf Rutschen oder Rollen<sup>1)</sup> ist oder war ebenfalls auf älteren Steinsalzbergwerken bei einer Steigung von 30 bis 40° in Gebrauch, so in Ischl, Berchtesgaden u. s. w. Der Fahrende gleitet dabei auf einem glatten Sitze nach abwärts, indem er sich, mit Handschuhen versehen, an einem nicht straff gespannten Seile führt. Zum Ausfahren befindet sich neben der Rutsche eine Stiege. Feuchte Rutschen halten beim Fahren sehr auf, geht dasselbe zu rasch, so bremst man durch Zurücklegen des Oberkörpers.

Fig. 441 zeigt die Einrichtung der Rolle zu Ischl. *a* ist der Sitz- oder Rutschbaum, *bb* sind Räume für die Füße, *c* ist das Führungsseil und *d* die Treppe zum Ausfahren.

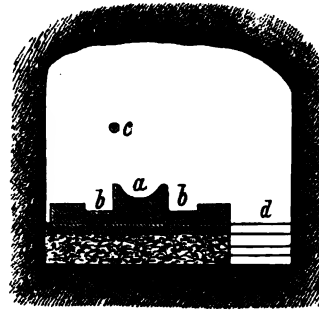


Fig. 441. Ischler Rollen.

Gegenüber den Treppen hat man bei Rollen den Vorteil, daß das Einfahren rascher und bequemer ist. Außerdem werden Treppen gerade beim Einfahren mehr abgenutzt, als beim Ausfahren, weil man beim Einfahren stärker aufzutreten pflegt.

**4. Fahrten.** — Fahrten sollen in seigeren Schächten nicht mehr als 75 bis 80° Neigung haben, weil man auf steiler stehenden Fahrten sehr rasch ermüdet. 70° ist die bequemste Neigung.

Außerdem sollten die Fahrten nicht länger als 6 bis 8 m sein und auf Ruhe Bühnen stehen, um den Fahrenden Gelegenheit zur Erholung zu geben; zu starke Ermüdung veranlaßt leicht ein Herabstürzen der Fahrenden.

Die Fahrtsprossen müssen so weit frei liegen, daß man mit den Fußspitzen nicht gegen die Zimmerung stößt, was ebenfalls zu Unglücksfällen Veranlassung geben kann. In engen und wenig tiefen Schurfschächten, in denen man die Fahrten wegen Mangels an Raum senkrecht stellen muß, bringt man sie deshalb zweckmäßig in einer der Ecken an<sup>2)</sup>.

Die Stellung der Fahrten ist am besten eine solche, daß die Fahrlöcher senkrecht untereinander liegen und die Fahrten einander parallel sind. Ist das nicht der Fall, so entsteht die Gefahr, daß der Fahrende beim Abtreten oder beim Wegfallen von der Fahrt in das nächst untere Fahrloch, auf die Kante desselben, oder auf die Spitzen der Fahrtschenkel fällt, was zu schweren Beschädigungen Veranlassung geben kann.

1) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 2, S. 86.

2) Ebenda 1865, Bd. 2A, S. 390.

Die Fahrten bestehen aus den Fahrtschenkeln und den Sprossen. Die ersteren sind meistens von Holz, nur an solchen Punkten, wo man ein rasches Vermoern zu befürchten hat, wendet man Fahrtschenkel aus Walzeisen oder Drahtseil an.

Fahrtschenkel aus Tannenholz werden, nachdem die Löcher für die Sprossen hergestellt sind, durch Zerschneiden von runden Stämmen in zwei Hälften hergestellt, wobei die Schnittflächen nach außen kommen.

Die Entfernung der Fahrtschenkel beträgt am Harz 26 cm, an andern Orten nimmt man sie 32 cm und darüber, vermindert aber mit der größeren Länge die Haltbarkeit der Sprossen, ohne die Bequemlichkeit und Sicherheit der Fahrenden zu erhöhen und verengt die Schächte.

Die Fahrtsprossen dürfen nicht rund, sondern müssen der größeren Haltbarkeit wegen flach sein. Gewöhnlich nimmt man sie an den Enden 52, in der Mitte 78 mm hoch und 20 bis 26 mm stark. Die Entfernung der Fahrtsprossen beträgt zwischen den Oberkanten am Harz 32 cm, sinkt aber an andern Orten bis 21 cm.

Um das rasche Abnutzen der Sprossen zu verhüten, hat man ihre Oberkanten mit Eisen versehen, und zwar in der Regel in der Weise, daß man in der Oberkante eine halbkreisförmige, 20 mm tiefe Rinne anbringt und runde Eisenstäbe von derselben Stärke einlegt<sup>1)</sup>, oder, wie auf der Grube Silistria a./Rhein, halbrunde Hohleisen auf die Oberkante der Fahrtsprossen bringt<sup>2)</sup>.

Eiserne Fahrtschenkel hat man bisher gewöhnlich aus Flacheisen hergestellt. Da sich dieselben aber leicht verbiegen, so dürften solche von U-förmigen Querschnitte vorzuziehen sein. Zum Schutze gegen das Rosten werden sie mit heißem Teer bestrichen.

Fahrtschenkel aus Drahtseilen<sup>3)</sup>, von B. Osann empfohlen und auf Grube Bergwerks Wohlfahrt bei Clausthal zuerst angewendet, werden am besten zwischen den Bühnen straff gespannt. Die Sprossen stecken zwischen den Litzen.

Auf dem Schachte Pommer-Esche bei Ibbenbüren verwendete man für die unterste Fahrt beim Schachtabteufen — welche übrigens nach dem Anzünden der Löcher emporgezogen werden kann — eine eiserne Fahrt, deren Schenkel aus 29 cm langen, um Nietbolzen drehbaren Gliedern bestand und deshalb den sie treffenden Gesteinstücken nachgeben konnte.

Die Fahrt war 29% teurer, als eine gewöhnliche, erforderte aber während 7 Monaten keine Reparatur<sup>4)</sup>.

Der für einen Fahrschacht nötige Raum muß nach allen Richtungen hin mindestens 1 m weit sein.

1) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 2A, S. 390.

2) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 308.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1854, Nr. 27. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1855, Nr. 7.

4) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8, S. 197.

Die Befestigung der Fahrten geschieht durch eiserne Haspen an Einstrichen zwischen den Bühnenlagern (Dumpfhölzer oder Fahrtfröschel).

Über jeder Ruhebühne muß die Fahrt 70 cm vorstehen, oder es müssen feste eiserne Handgriffe angebracht sein.

## 2. Kapitel.

### Fahrkünste<sup>1)</sup>.

5. **Allgemeines.** — Die Fahrkünste sind im Jahre 1833 von dem Bergmeister Dörell in Zellerfeld am Harz erfunden<sup>2)</sup> und zuerst im Spiegelthaler Schachte in Anwendung gebracht. Da in tiefen Schächten das Fahren auf der Fahrt die Gesundheit der Arbeiter im besten Mannesalter zerstört, so war die Erfindung der Fahrkünste, zunächst für den Harzer Bergbau, von ebenso großer Wichtigkeit, als die etwa gleichzeitige Erfindung der Drahtseile, zumal man in den tonnlägigen Schächten Seilführung nicht hätte anwenden können.

Bei den jetzigen Ausführungen lassen sich zweitrümmige und eintrümmige Fahrkünste unterscheiden.

Die Bewegung der Fahrkünste geschieht entweder indirekt mittels Krummzapfen und Kunstkreuzen, bezw. Kunstwinkeln, oder mit direkt wirkenden Dampfmaschinen, oder mit gepreßtem Wasser, wie im Schachte Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal.

6. **Doppeltrümmige Fahrkünste.** — Die doppeltrümmigen Fahrkünste sind die ältesten und am Harz in ausschließlicher Verwendung gebliebenen. An zwei auf- und abgehenden Gestängen befinden sich Tritte und Handgriffe, welche beim Hubwechsel in gleicher Höhe stehen und ein Übertreten gestatten. Die Entfernung der Gestänge beträgt etwa 70 cm, die Hubhöhe bei den älteren Künsten 100 bis 143 cm, bei den neueren 200 bis 400 cm, die Anzahl der minutlichen Hübe 6 bis 10.

Die hölzernen Tritte sind bei den älteren Harzer Fahrkünsten 26 bis 32 cm im Quadrat und werden mit versenkten Schrauben oder mit Nägeln an gebogenen Tritteisen befestigt, welche ihrerseits am Gestänge ebenfalls mit Schrauben oder Nägeln befestigt sind. Die Handgriffe sind eiserne, an beiden Seiten des Gestänges angenagelte Bügel. Bei den älteren Fahr-

1) v. Hauer a. a. O. II, S. 786. — Die Oberharzer Fahrkünste. Glückauf 1890, S. 492.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1861, S. 365. — Revue universelle des mines. 1859, t. VI, S. 379. — Karstens Archiv. R. II, Bd. 10, S. 199, 202. — Berggeist 1869, Nr. 19.

künsten in tonnlägigen Schächten befinden sich die Tritte auf der hangenden Seite der Gestänge nur an solchen Stellen; wo hier kein Raum ist, hat man sie auch am Liegenden, dann aber an Tritteisen von solcher Länge angebracht, daß der Fahrende aufrecht stehen kann.

An Stellen, wo Fangvorrichtungen u. s. w. eingebaut sind, können nicht immer Tritte sein und müssen Fahrten benutzt werden. Oberhalb der Ruhebühnen bringt man in seigeren Schächten Griffe und Tritte auf die entgegengesetzte Seite und vermeidet dadurch die Fahrten.

Bei den nach dem Cornwaller Systeme gebauten, von Loam im Jahre 1841 entworfenen Fahrkünstn schließen die Trittbühnen dicht aneinander, sind 47 cm lang, 42 cm breit und zwischen den Gestängen angebracht (Fig 442).

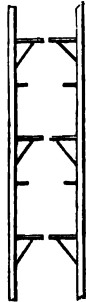


Fig. 442. Fahrkunst nach Cornwaller System.

Nach diesem Systeme war u. a. die Fahrkunst auf Zeche Gewalt in Westfalen<sup>1)</sup> (1852) erbaut.

Warocqué umgab die Bühnen mit Geländern aus Eisenstäben, was jedoch unnötig erscheint, weil Unglücksfälle hauptsächlich beim Übertreten vorkommen, wobei die Geländer nicht schützen können. Die Bühnen (Tritte) sind dabei so groß, daß 4 Mann zugleich — 2 Aus- und 2 Einfahrende — darauf stehen können.

Die Warocquéschen Fahrkünste, von denen drei zu Mariemont eingebaut wurden, erhielten 3 m Hub und eine Hubzahl von 7 bis 8 in der Minute.

Die Bewegung erfolgt durch direkt wirkende Dampfmaschinen mit Kataraktsteuerung.

Auf dem neuen 870 m tiefen Schachte Kaiser Wilhelm II.<sup>2)</sup> bei Clausthal ist eine Fahrkunst eingebaut, welche, entsprechend einem Vorschlage von Lorimier<sup>3)</sup>, mit Hilfe einer Wassersäulenmaschine die mit den Gestängen verbundenen Kolben abwechselnd auf und ab bewegt. An den Gestängen sind auf zwei Seiten Griffe und Tritte angebracht, sodaß auf der einen Gestängeseite aus-, auf der andern eingefahren werden kann. Die Hubhöhe beträgt 4 m, sodaß bei den vorgesehenen 4 Doppelhuben die

Fahrgeschwindigkeit  $\frac{2 \cdot 4 \cdot 4}{60} = 0,533$  m in der Sekunde beträgt. Die

Kraftmaschine ist auf der Sohle des Ernst-August-Stollens aufgestellt. Die Gestänge sind über Tage mit zwei Gegengewichtshebeln von je 10000 kg Gewicht verbunden und im Schachte mit Wasserdruckausgleichungen versehen, welche in je 96 m Entfernung angebracht sind und gleichzeitig als Führungen, sowie bei eintretenden Brüchen als Fangvorrichtungen dienen.

1) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 125.

2) Ebenda 1895, Bd. 43. S. 227.

3) Österr. Zeitschr. 1880, S. 71.

Die Kraftmaschine braucht bei 860 m Gefälle etwa 1,3 cbm Aufschlagwasser. Eine besondere Bremsvorrichtung wirkt durch Drosselung der Abflußwasser.

Auch für die Grube Himmelfahrt bei Freiberg ist eine Fahrkunst gebaut<sup>1)</sup>, welche von einer unterirdisch aufgestellten, direkt wirkenden Wassersäulenmaschine betrieben wird. Das Druckwasser wirkt aber nicht von unten, sondern von oben auf die Kolben, welche sich in, am unteren Ende U-förmig verbundenen Zylindern befinden. Das unter den Kolben eingeschlossene Wasser bildet lediglich ein hydraulisches Gestänge. Durch Verschiebung der Kolben kann die Hubhöhe verändert werden.

Die Fahrkunst im Königin Marienschachte bei Clausthal<sup>2)</sup> hat 3,84 m Hub, macht 3,75 Hube pro Minute und wird durch eine 50pferdige Corlißmaschine bewegt. Dieselbe ist 12 Stunden täglich im Gange, verbraucht 1 t Kohle und befördert 300 Mann in 1 Stunde 40 Minuten auf 652 m Tiefe. Jeder Tritt befindet sich zwischen zwei Gestängen von Flacheisen (Fig. 443).



Fig. 443. Tritte und Gestänge an der Fahrkunst im Königin Marienschachte.

Über jedem Handgriffe ist ein Blechdach angebracht, um die auf den Tritten Stehenden gegen herabfallende Gegenstände zu schützen.

**7. Eintrümmige Fahrkünste.** — Bei den eintrümmigen, oder Fahrkünsten mit nur einem Gestänge, wie sie mehrfach in Westfalen in Anwendung stehen, befinden sich an den Gestängen Bühnen zum Aufnehmen mehrerer Personen, während an dem entsprechenden Schachtstoße feste Bühnen angebracht sind. Auf die letzteren treten die Fahrenden am Ende jedes Hubes ab, um am Ende des folgenden wiederum auf die Gestängebühnen zu treten.

Bei gleicher Geschwindigkeit und Hubhöhe haben die eintrümmigen Fahrkünste nur die halbe Leistung der doppeltrümmigen, sind auch wegen der ungleichmäßigen Arbeit mechanisch unvollkommener und bedürfen einer besonderen Ausgleichung des Gestängegewichtes<sup>3)</sup>.

**8. Andere Systeme von Fahrkünsten.** — Im Schachte Saint Vaast zu Anzin hat Méhu<sup>4)</sup> eine kombinierte Fahr- und Fördermaschine in Anwendung gebracht, die aber weitere Verbreitung nicht gefunden hat.

Ähnliche Vorschläge sind von Warocqué, Guibal, sowie von Schröder<sup>5)</sup> gemacht.

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 253.

2) Ebenda 1876, Bd. 24, S. 169.

3) Berggeist 1869, S. 110 ff.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1850, Nr. 4. — v. Hauer, Die Fördermaschinen der Bergwerke. 1874, S. 526.

5) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 104.

9. **Gestänge.** — Die für Fahrkünste benutzten Gestänge bestehen aus Holzstangen, Walzeisen und Drahtseilen.

Die Holzgestänge stellt man durch Verkämmen zweier fortlaufender Hälften auf deren flachen Seiten her. Über jedem Wechsel liegen Eisenschienen, welche durch Schrauben verbunden sind.

Auch die Fahrkünste von Warocqué in Belgien und Loam in Cornwall haben hölzerne Gestänge. Die letzteren bestehen bei 200 bis 300 m Teufe aus nordischem Fichtenholze in Stücken von  $11\frac{1}{4}$  m Länge und 17 bis 21 cm im Quadrat. Wenn in oberen Teufen ein rasches Vermo- dern zu befürchten ist, so stellt man das Gestänge hier aus Eichenholz, im übrigen aber aus astfreiem, gesundem und dichtem Fichtenholze her.

Gestänge von Drahtseilen sind bis jetzt nur auf dem Samsoner Schachte in St. Andreasberg und früher auf dem Schmidtschachte bei Eisleben angewendet.

In St. Andreasberg<sup>1)</sup> besteht jedes der beiden Gestänge aus zwei Drahtseilen aus Patentriegelgußstahl, welche seit 1884 in fünf Abschnitten verjüngt sind und zwar derart, daß die Seile des ersten Abschnittes aus 7 Litzen zu 14 Drähten mit einer Seilstärke von 36,3 mm, die übrigen Seile aus je 7 Litzen zu 7 Drähten mit einer Seilstärke von 32,9 — 31,2 — 28,5 und 23,1 mm bestehen. Die Verbindung der einzelnen Seile besteht aus eisernen Büchsen, innerhalb welcher die Drähte des Seiles über einen Ring auseinander gebogen sind und in dieser Lage durch eine Drahtumwicklung, welche dem Konus der Büchse entspricht, festgehalten werden. Die untersten Seilstücke sind zur Erzielung der erforderlichen Spannung mit Belastungsgewichten versehen.

Derartige Gestänge eignen sich für tiefe Schächte mit verschiedener Tonnlage und haben den weiteren Vorteil eines geringen Gewichtes.

Gestänge aus Walzeisen werden bei neueren Fahrkünsten vorwiegend angewendet. Auf dem Bolzeschacht bei Eisleben, in Seraing, auf den Gruben Angleur in Belgien und Furth bei Aachen hat jedes Gestänge vier runde Stangen, welche die Tritte zwischen sich fassen. Auf den Gruben Gewalt bei Steele und Centrum bei Eschweiler<sup>2)</sup> wurden zwei parallele Winkelschienen mit den Rippen nach außen, auf der Grube Zollverein<sup>3)</sup> in Westfalen vier Winkelschienen angewendet.

Vier flache Eisenschienen finden auf der Grube Oberhausen<sup>4)</sup>, zwei im Königin Marienschachte bei Clausthal (Fig. 443) und im Schachte Luise der Grube Centrum bei Eschweiler<sup>5)</sup> Anwendung.

1) Glückauf. Dresden 1890, Nr. 42.

2) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 131.

3) Ebenda 1860, Bd. 8A, S. 138.

4) Ebenda 1861, Bd. 9A, S. 190.

5) Berggeist 1869, Nr. 19.

10. **Führungen und Fangvorrichtungen<sup>1)</sup>**. — Die Führungen durch Lehlager und Rollen sind bei den Gestängen der Fahrkünste dieselben, wie bei denjenigen der Schachtpumpen.

Die Fangvorrichtungen sollen bei etwaigen Brüchen der Gestänge größere Unglücksfälle verhüten.

Bei den neueren zweitrümmigen Fahrkünsten am Harz hat man Fangscheiben angebracht (im Marienschachte in Entfernungen von 61,5 m, nur die oberste liegt 42,6 m unter Tage), welche in einer Ebene mit den beiden Gestängen und auf der den Tritten entgegengesetzten Seite liegen. Über die Fangscheiben sind starke Laschenketten oder gewöhnliche Ketten gelegt, deren Enden je mit einem Gestänge verbunden sind. Bricht eines derselben, so wird es durch die Kette der nächst unteren Fangscheibe am Fallen verhindert, gleichzeitig aber auch das Gleichgewicht auf beiden Seiten erhalten, indem das gesunde Gestänge, welches ohne Fangscheiben mit Übergewicht und beschleunigter Geschwindigkeit niedergehen würde, mit dem zerbrochenen Gestänge verkuppelt bleibt und dasselbe beim Niedergange heben muß. Allerdings ist dabei die Gefahr nicht ausgeschlossen, daß der Stumpf des zerbrochenen Gestänges irgendwo aufsetzt, die Ketten der oberen Fangscheiben abwirft und so deren Wirkung aufhebt.

Die Spannung der Ketten erfolgt am Harz durch Streckschrauben. In Pöbbram<sup>2)</sup> befindet sich im unteren Teile der Kette eine Spiralfeder.

Auf United mines hat Moissenet auf der Innenseite der Gestänge Zahnstangen<sup>3)</sup> angebracht, welche ein Zahnrad zwischen sich nehmen. Das letztere hängt mittels 5 m langer Stangen an einem kleinen Wagebalken mit Hebelarmen von 0,626 m und 2,5 m Länge, deren langer Arm mit etwa 4000 kg belastet ist.

Außer derartigen Vorrichtungen sind noch, wie bei Pumpengestängen, Fangfrösche und Fanglager (s. d.) angebracht.

Um bei einrümmigen Künsten eine Ausgleichung des Gestängengewichtes zu erreichen, sind Gegengewichtshebel über und unter Tage anzubringen<sup>4)</sup>.

Bei mehreren Fahrkünsten<sup>5)</sup> sind an das Gestänge Kolben angeschlossen, welche in mit Wasser gefüllten Zylindern spielen. Diese stehen am unteren Ende in Verbindung, so daß bei einem Bruche das niederfallende Gestänge auf dem Wasser ruht, beziehungsweise von dem aufgehenden Gestänge abhängig bleibt.

---

1) Berggeist 1869, S. 86.

2) Beschreibung der neuen Pöbbramer Fahrkünste in v. Hauer, Fördermaschinen der Bergwerke 1874, S. 521.

3) Ebenda S. 591. — Bull. de la soc. de l'ind. min. t. 6, S. 83. — Revue universelle des min. t. 6, S. 224.

4) Berggeist 1869, S. 86.

5) Annales des mines. 1845, sér. 4, t. 7, S. 333. — Ponson, Steinkohlenbergbau. Suppl.-Bd. 2, S. 333, 337, 339. — Bull. de la soc. de l'ind. min. t. 6, S. 110.



Eine für Fahrkunst- und Pumpengestänge anwendbare Fangvorrichtung halt Kollmann im Wilhelmschacht II der Königsgrube O./S. angebracht<sup>1)</sup>. Dieselbe besteht im wesentlichen darin, daß das Gestänge sowohl unter, als auch über dem Bruche durch exzentrische Scheiben festgeklemmt und daß gleichzeitig die Maschine in Stillstand versetzt wird.

### 3. Kapitel.

#### Fahren im Förderschachte.

11. **Seilfahrung in Schächten.** — Sieht man von dem Fahren in Haspelschächten ab, in denen man wegen Mangels an Raum keine Fahrt anbringen kann (was allerdings nicht vorkommen sollte), und in denen man sich entweder auf eine am Seile befindliche Stange setzt oder mit einem Beine im Kübel steht und mit dem andern den Kübel so lenkt, daß er nicht aufsetzt, so kommt nur noch das Fahren am Förderseile in tieferen Schächten in Betracht. Die Fahrenden befinden sich dabei im Fördergestelle, welches (am zweckmäßigsten mit Drahtgittern) so verschlossen sein muß, daß während der Fahrt niemand durch Ausstrecken eines Körperteiles Schaden nehmen kann.

Die für die Seilfahrungen vorgeschriebenen Schutzmaßregeln<sup>2)</sup> bestehen hauptsächlich im täglichen Nachsehen des Förderseiles und aller andern gehenden Teile, Anwendung von sicheren Bremsen an den Fördermaschinen und guten Fangvorrichtungen, in dem Anbringen eines Blechdaches über dem Korbe, sowie in neuerer Zeit darin, daß bei jedem Seile etwa alle 3 Monate das an dem Fördergestelle befindliche Ende auf mindestens 3 m über dem Einbände abgehauen und wie jedes neue Seil Biegungs- und Zerreißungsversuchen unterworfen werden muß, wobei jeder einzelne Draht auf seine Tragfähigkeit geprüft wird.

Die Geschwindigkeit bei der Seilfahrung beträgt in England 3 bis 7 m, in Preußen soll sie 6 m nicht übersteigen.

#### A. Fangvorrichtungen<sup>2)</sup>.

12. **Allgemeines.** — Um bei Seilbrüchen die Fördergestelle nicht in den Schacht hinabstürzen zu lassen, sind Fangvorrichtungen angebracht. Dieselben haben den Nachteil, daß sie die tote Last des Seiles mitunter

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 282, Taf. IX, Fig. 1—4.

2) Anm. Die erste Fangvorrichtung wurde von Büttgenbach (15, Abs. 1) konstruiert. Das Modell derselben befindet sich in der Modellsammlung der Königl. Bergakademie in Clausthal. — Grundsätze für die Konstruktion der

nicht unwesentlich erhöhen<sup>1)</sup>. Auch muß erwähnt werden, daß bis jetzt noch keine der zahlreichen Ausführungen volles Vertrauen verdient, und außerdem wird von vielen Seiten der Einwand gemacht, daß man bei Vorhandensein einer Fangvorrichtung leicht in die Versuchung komme, den Seilen weniger Aufmerksamkeit zu schenken.

Da jedoch Fälle genug bekannt sind, in welchen Fangvorrichtungen gute Dienste geleistet haben, so wird bis jetzt von seiten der preußischen Bergbehörde für solche Gestelle, welche zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter benutzt werden, eine gute Fangvorrichtung verlangt. Eine gewissenhafte Verwaltung darf jedoch nicht vergessen, daß ein gutes Seil die beste Fangvorrichtung ist.

Kommt jedoch Menschenförderung nicht in Betracht, so läßt man die Fangvorrichtung besser fort und verschafft sich genügende Sicherheit gegen Seilbrüche durch öfteres Abhauen des unteren Endes, sowie durch gänzlichliches Ablegen der Seile nach 1½- oder 2jährigem Gebrauche.

Die meisten Fangvorrichtungen beruhen darauf, daß durch das Förderseil eine Federkraft gespannt wird und daß diese nach eingetretenem Seilbruche einen Mechanismus in Bewegung setzt, welcher das Festklemmen des Korbes und der Leitung zu bewirken hat.

Als Federkraft verwendet man in erster Linie stählerne Federn verschiedener Art, außerdem Gummi und gepreßte Luft.

Ferner ist einleuchtend, daß die Fangvorrichtungen am leichtesten wirken können, wenn der Seilbruch beim Aufgange und außerdem über dem Gestelle eintritt; denn wenn der Bruch beim Niedergange erfolgt, so hat die Federkraft einestheils die mit der Geschwindigkeit vergrößerte lebendige Kraft zu überwinden und muß außerdem das beim Fallen gleichfalls gespannt bleibende, oder gar beim Schleudern sich um die Zimmerung schlingende Seil nachziehen, während im ersten Falle zwischen Aufgang und Niederfallen ein Ruhepunkt eintreten muß, in welchem die Federkraft die denkbar geringsten Widerstände zu überwinden hat. Aus diesem Grunde fallen die Versuche bei allen Fangvorrichtungen günstig

---

Fangvorrichtungen. Von Julius Ritter v. Hauer in Jahrb. d. k. k. Bergakademien 1884, III, S. 235. — Derselbe, Die Fördermaschinen der Bergwerke. 1884, S. 180. — Klinische Fangvorrichtung. R. Lüders in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1889, S. 107. — Zur Frage der Fangvorrichtungen. Glückauf 1889, S. 172. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 33 (1889), S. 523. — Menzel in Jahrb. f. B.- u. H.-W. im Kgr. Sachsen 1890, S. 140. — Klemmrollen als Fänger bei Fangvorrichtungen der Förderschalen von Vohhof-Luther. Österr. Zeitschr. 1890, S. 425. — F. Pelzer, Der gegenwärtige Stand der Fördervorrichtungen. Stahl und Eisen 1886, Nr. 4. — Die Energie-Indikatoren und deren Prüfungsapparat. Von Oberbergat Hermann Undeutsch, Professor an der Königl. Bergakademie Freiberg, s. Glückauf, Essen 1902, S. 474.

1) Auf den Freiesleben-schächten bei Hettstädt wiegen die Fördergestelle für 4 Wagen nur 800 kg, während sie mit Fangvorrichtung 1250 bis 1300 kg wiegen würden.

aus, weil man dieselben gewöhnlich in der Weise anstellt, daß man das Gestell hochzieht und dann das Seil auslöst.

Um die Arbeit der Federkraft zu erleichtern, darf deren Hebelarm mindestens nicht geringer sein, als derjenige des Seilzuges<sup>1)</sup>.

Ferner ist noch der, allen plötzlich wirkenden Fangvorrichtungen gemeinsame, schwere Nachteil hervorzuheben, daß die auf den Getellen fahrenden Menschen mit einer der niedergehenden Geschwindigkeit entsprechenden Kraft etwa in derselben Weise beschädigt werden müssen, als wenn sie mit gleicher Geschwindigkeit stehend auf einen festen Boden fielen.

Endlich gilt es als Regel, daß die Federn nur bis zu einem gewissen Grade gespannt sein und vor allem nicht die ganze Förderlast tragen dürfen. Zu dem Ende muß an allen die Feder spannenden Vorrichtungen eine Hubbegrenzung angebracht sein.

Da die Zahl der für die Fangvorrichtungen vorgeschlagenen Ausführungen und die einschlagende Literatur sehr bedeutend angewachsen ist, so werden unter Hinweis auf die letztere im folgenden nur diejenigen Systeme besprochen und an einzelnen Beispielen erläutert werden, in welche sich die verschiedenen Fangvorrichtungen bringen lassen. Zum spezielleren Studium werden außer den oben genannten Arbeiten von v. Hauer gleich an dieser Stelle zwei Arbeiten empfohlen, nämlich:

1) Über Fangvorrichtungen an Bergwerksförderungen von Nitzsch, Berggeschworenen a. D. in Berlin. Berlin 1879.

2) Selbach, Kritik der Fangvorrichtungen an Förderkörben in Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 1.

Um die Menschen, welche sich auf einem in den Schacht hinabstürzenden Fördergestelle befinden, am Leben zu erhalten, schlägt Wabner<sup>2)</sup> vor, im Schachtsumpfe für jedes Fördertrumm einen Luftkompressions-schacht mit widerstandsfähigen Wänden anzulegen.

**13. Wenig gebräuchliche Vorrichtungen.** — Von spezieller Beschreibung abzusehen ist nach vorstehendem von folgenden Fangvorrichtungen bezw. Systemen:

1) System Büttgenbach<sup>3)</sup>. — Bei dieser ersten Fangvorrichtung treibt eine durch Seilzug gespannte Feder beim Reißen des Seiles horizontale Arme heraus, welche sich auf irgend welche Vorsprünge im Schachte aufsetzen. Hierher gehören auch die Fangvorrichtungen von Turner, Grey und Breydon<sup>4)</sup>.

Nach einer Berechnung von Selbach<sup>5)</sup> müßten die Fangarme bei

1) Selbach in Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 1.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 265.

3) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 159.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871, S. 154.

5) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 32.

Büttgenbach, um bei einer niedergehenden Geschwindigkeit von 10 m und einem Gesamtgewichte des Gestelles von 6000 kg beim Fangen nicht abzubrechen, ein Gewicht von 5800 kg haben.

2) System Ramdohr<sup>1)</sup>. — Unter dem Gestelle ist ein Fallschirm angebracht, welcher durch den Luftwiderstand nach oben gehen, dabei Fangarme ausstrecken und an den letzteren angebrachte Räder gegen die Schachtzimmerung drücken soll.

Dahin gehört auch die Vorrichtung von Kraus, welche auf der Galmeigrube Altenberg bei Aachen ausgeführt ist<sup>2)</sup>.

3) System Eichenauer. — Die Fördergestelle stehen über Tag mit Ketten in Verbindung, welche in kommunizierenden, mit Wasser gefüllten Röhren angebracht sind und sich beim Seilbruche gegeneinander bewegen<sup>3)</sup>.

4) Vorrichtung von Borgsmüller. — Die Fangklauen sollen durch die auf dem Gestelle stehenden Menschen durch Niederziehen eines Hebels zum Eingreifen gebracht werden<sup>4)</sup>, was in Wirklichkeit schwerlich zu erreichen sein dürfte.

5) Keilfangvorrichtung von Gebr. Eickhoff und Reinhold Ardelt in Bochum<sup>5)</sup>. — Diese in Prinzip und Modell recht gute Fangvorrichtung ist wegen der vielen zerbrechlichen und dem Verschmieren ausgesetzten Rädchen, gezahnten Stangen und Schlitzte für den Gebrauch in Schächten nicht geeignet.

6) Die Fangvorrichtungen von Fourdrinier<sup>6)</sup> und Helling<sup>7)</sup>, sowie diejenige von Merrik, welche für Drahtseilleitung bestimmt ist<sup>8)</sup>. Alle drei beruhen ganz oder zum Teil auf dem unrichtigen Prinzip, wonach das Eingreifen der Fänger nicht durch Federkraft, sondern durch ein niederfallendes Gewicht erzielt werden soll.

**14. Die Fangvorrichtungen nach dem Systeme Fontaine** beruhen darauf, daß eiserne Fangarme, welche bei gespanntem Seile die Leitbäume nicht berühren, nach erfolgtem Seilbruche durch Federkraft zum ersten Eingreifen gebracht und darauf durch die lebendige Kraft des weiterfallenden Gestelles tiefer in die Leitbäume eingedrückt werden.

Als Beispiel<sup>9)</sup> für das System diene zunächst Fig. 444. Darin ist  $a$  ein schmiedeeiserner Balken mit Leitschuhen,  $b$  der obere Rahmen des

1) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 383. — Selbach, ebenda 1880, Bd. 28, S. 50.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1869, S. 499. — Selbach a. a. O. S. 51.

3) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1869, S. 225. — Berggeist 1869, S. 537.

4) Selbach a. a. O. S. 75. — Serlo a. a. O. 1884, II, S. 159. — Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 79.

5) Selbach a. a. O. S. 75. — Dingers polyt. Journal Bd. 224, S. 398.

6) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 12, S. 361.

7) Ebenda Jahrg. 1866, S. 462.

8) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 176.

9) v. Hauer a. a. O. II, S. 200.

Gestelles, welcher in der Mitte offen und durch Schienen *e* geschützt ist. Die letzteren liegen auf *a* und laufen von da beiderseits schräg nach dem Rahmen herab. Ferner ist *g* eine unter *b* befestigte Gußeisenplatte, *q* die am Seile hängende Königsstange, welche durch *a* und *b* hindurch geht und unten eine Mutter *c* trägt. Über der letzteren liegt eine Spiralfeder, welche in zwei gegen einander verschiebbaren Büchsen eingeschlossen ist. Zweckmäßiger erscheint es, die Federn frei anzubringen, damit sie beobachtet und leicht ausgewechselt werden können. Endlich sind *d* die mit *c* drehbar verbundenen Fänger.

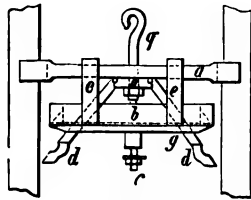


Fig. 444. Fangvorrichtung System Fontaine.

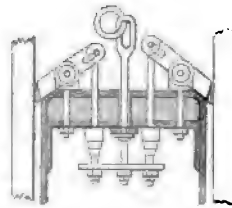


Fig. 445. Fontainesche Fangvorrichtung in Píbram.

Beim Seilbruche soll die Spiralfeder die Königsstange herabziehen und dadurch die in Einschnitten der gußeisernen Platte *g* ruhenden Fänger zum Eingreifen bringen.

Diese Anwendung nur einer Feder ist nicht zweckmäßig, weil es oft vorkommt, daß nur ein Fänger greift und der andere dann lediglich durch Rückwirkung der Feder angedrückt werden kann.

Bei einem Gestelle in Píbram<sup>1)</sup> (Fig. 445) hat man deshalb für jeden Fänger eine besondere Feder angewendet.

Auch bei dieser Art von Fangvorrichtungen tritt, allerdings in geringerem Grade, die bei der Büttgenbachschen erwähnte Gefahr ein, daß die Fänger brechen, man macht sie deshalb so kurz wie möglich. Außerdem werden beim Angreifen der beschriebenen Fontaineschen Fänger die Leitbäume auseinandergepreßt, so daß man in Fällen, wo die letzteren nicht an den Schachtstößen fest anliegen, besser eine andere Fangvorrichtung wählt.

Auf Zeche Fröhliche Morgensonne bei Wattenscheid hat man sich in der Weise geholfen, daß man für jeden Leitbaum zwei kurze Fänger auf dem Gestelle anbrachte, welche auf beiden Seiten des Leitbaumes eingreifen. Jeder Fänger hat dabei eine besondere Feder, welche durch Hebelübersetzung vom Seilzuge gespannt wird.

Um das Zersplittern der Leitbäume zu vermeiden, hat man die Fangklauen auf Zeche Alstaden in Westfalen<sup>2)</sup> so eingerichtet, daß sie den

1) v. Hauer a. a. O. II, S. 201. — Selbach a. a. O. S. 64.

2) Selbach a. a. O. S. 69.

Leitbaum gabelförmig umgreifen und in die vorderen Kanten der Leitbäume einschneiden, ein Vorschlag, den auch Lemaire gemacht hat<sup>1)</sup>, nur sind bei ihm die Innenseiten der Zacken parallel und haben kantige, horizontale Leisten.

Zu diesen Fangvorrichtungen gehören auch die Ausführungen von Scharleygrube in Oberschlesien<sup>2)</sup>, die von Libotte auf Zeche Ruhr und Rhein<sup>3)</sup>, von Owen<sup>4)</sup>, von Schönemann<sup>5)</sup> u. s. w.

**15. Fangvorrichtungen von Lohmann und Calow.** — Bei der Fangvorrichtung von Lohmann<sup>6)</sup> sind am Fördergestelle Federn  $ff'$  (Fig. 446) von solcher Spannung angebracht, daß sie, ohne gespannt zu werden, etwa nur das halbe Gewicht der Fangarme  $aa'$  tragen können, durch die überschießende Hälfte aber niedergezogen und gespannt werden. Durch den freien Fall des Gestelles nach erfolgtem Seilbruche verlieren die Fangarme ihr Gewicht gänzlich und werden nunmehr durch die Federkraft in die Höhe gezogen.

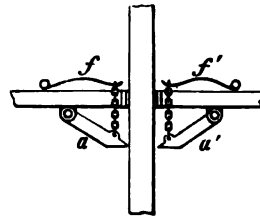


Fig. 446. Fangvorrichtung von Lohmann.

Auf demselben Principe beruht die Fangvorrichtung von Calow<sup>7)</sup> (Fig. 447). Auf dem oberen Rahmen des Fördergestelles sind zwei eiserne Töpfe  $a$  mit der Öffnung nach unten lose aufgestellt. Durch die Töpfe gehen Stangen, welche mit einer Spiralfeder umgeben und am unteren Ende mit den Fingern  $bb'$  verbunden sind.

Das Gewicht der Töpfe ist der Federkraft so weit überlegen, daß dieselben sich erst dann heben und damit durch Emporziehen der Stange die Fänger  $bb'$  zum Eingreifen bringen können, wenn Fänger und Töpfe durch den freien Fall ihr Gewicht verloren haben.

Beide Vorrichtungen haben den großen Vorzug, daß sie vom Seile gänzlich unabhängig sind, dasselbe also nach erfolgtem Bruche nicht nachzuziehen brauchen. Dennoch hat man die Lohmannsche Vorrichtung wieder abgeworfen, weil sie schon bei Schwankungen in der Geschwindigkeit des niedergehenden Gestelles eingreift und dadurch häufige Störungen der Förderung veranlaßt.

1) v. Hauer a. a. O. II, S. 201.

2) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 80.

3) v. Hauer a. a. O. II, S. 213. — Selbach a. a. O. S. 43, Taf. 1, Fig. 21 a u. e.

4) Ebenda S. 215. — Smyth, Die Kohle in England, französ. von Maurice. Paris 1872, S. 231.

5) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 79.

6) Berggeist 1867, S. 93. — Selbach a. a. O. S. 40.

7) Malmedy in Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. 12, S. 361. — v. Hauer a. a. O. II, S. 223. — Selbach a. a. O. S. 40.

16. **System White und Grant<sup>1)</sup> (Excentrics).** — Bei den hierher gehörigen, unter den älteren am meisten angewendeten Fangvorrichtungen werden die Leitungen auf beiden Seiten von gezahnten exzentrischen

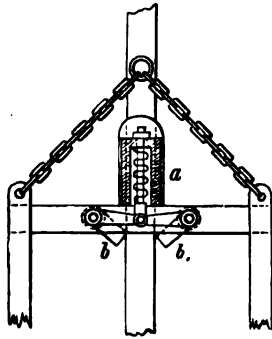


Fig. 447. Fangvorrichtung von Calow.

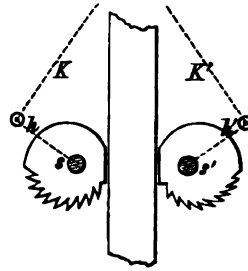


Fig. 448. Fangvorrichtung von White & Grant.

Scheiben  $ss'$  (Fig. 448) gefaßt, welche bei gespanntem Seile durch die Ketten  $KK'$  und die Hebel  $hh'$  in der durch Fig. 448 dargestellten Stellung gehalten werden. Beim Seilbruche werden durch Federkraft die Hebel  $hh'$  niedergedrückt und dadurch die Zähne zum Eingreifen gebracht.

Seitdem man die Erfahrung gemacht hat, daß dabei häufig die ersten Zähne die Leitbäume abhobeln, sich voll Holz setzen und dann, ohne weiter zu fangen, an den Leitbäumen abgleiten, hat man drei Scheiben aufeinander gelegt, welche je um einen Zahn gegenseitig verstellt sind. Das Gewicht eines solchen Fangapparates ist 200 bis 500 kg, also im Verhältnis zum Gestellgewichte sehr bedeutend.

Nach Selbach erfordern die Excentrics eine große Hubhöhe und sind langsam in ihrem Angriffe, sodaß das Gestelle vor dem Eingriffe der ersten Zähne eine zu große Geschwindigkeit erlangt.

Dergleichen exzentrische Scheiben, mit ganz feinen Zähnen versehen und aus hartem Stahle hergestellt, sind auch für eiserne Leistungen verwendbar.

17. **Gezahnte Räder.** — Anstatt der gezahnten Excentrics hat man auch Fangvorrichtungen mit gezahnten Rädern hergestellt, welche infolge Emporhebens ihrer Achsen in schrägen Leitungsschlitten an die Führungsbäume gedrückt werden<sup>2)</sup>.

1) Dunn, A treatise on the winning and working of the collieries. 1852, S. 127. — Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8, S. 320. — Selbach a. a. O. S. 70. — v. Hauer a. a. O. II, S. 205. — Dingers polyt. Journal Bd. 119, S. 322.

2) Selbach a. a. O. S. 70.

Derartige Apparate greifen sofort, aber je nach dem Winkel, den die Leitschlitzte mit den Leitbäumen machen, weniger heftig an, als die Excentrics, wirken deshalb mehr auf allmähliches Anhalten und bedürfen keines besonderen Schutzes gegen das Übertreiben — (welcher bei den Excentrics durch gerade Flächen (Fig. 448) erreicht ist) — weil sich die Räder so lange um ihre Achse drehen können, bis sie am oberen Ende der Leitungsschlitzte angelangt sind. Derartige gezahnte Räder hat man auf der Eisensteinzeche St. Andreas bei Hamm a. d. Sieg<sup>1)</sup> den Excentrics vorgezogen. Auch die Fangvorrichtung von Gebr. Eickhoff und R. Ardelt, siehe 13. Abs. 5, beruht auf demselben Prinzip.

Bei der Fangvorrichtung von Gerlach & Co. in Bochum sitzt das Zahnrad auf einem drehbaren Ringe, welcher eine Exzentrerscheibe umgibt und sich in einer Nut bewegt. Bei der Ausdehnung der Hauptfeder nach dem Seilbruch werden die Zahnräder beiderseits gegen den Leitbaum gepreßt und festgehalten, sodaß nunmehr sich der Ring um die Exzentrerscheibe dreht und zwischen beiden eine mit zunehmender Drehung stärker werdende Reibung erzeugt wird, welche die lebendige Kraft des fallenden Gestelles verzehrt. Der Reibungswiderstand findet also nicht, wie bei der Fangvorrichtung von Eickhoff & Ardelt, zwischen Zahnrädern und Leitbaum, sondern zwischen dem drehbaren Ring und der Exzentrerscheibe statt<sup>2)</sup>.

18. **Fangvorrichtung von Hohendahl<sup>3)</sup>.** — Nach dem Vorschlage von Hohendahl ist durch Leyser an einem Apparate mit Excentrics anstatt der sonst üblichen Stahlfeder Preßluft<sup>4)</sup> angewendet und eine solche Fangvorrichtung auch auf der Eisensteingrube Neu-Essen II im Bergreviere Altendorf-Steele eingeführt.

Dabei befindet sich auf dem Gestelle ein unten offener Zylinder, in welchem sich ein dicht schließender Kolben bewegt. Bei der Förderung wird die Luft über dem Kolben verdichtet und wirkt nach dem Seilbruche als Federkraft.

19. **Allmählich wirkende Fangvorrichtungen nach dem System Fontaine.** — Auf den Zechen Roland und Concordia bei Oberhausen<sup>5)</sup> sind an Stelle der Leitungsbäume Führungsbretter von 26 mm Stärke eingebaut. Dieselben sollen von den (Fontaineschen) Fangarmen durchgeschlagen und zersplittert werden, bis die letzteren eine Auflage auf den Einstrichen finden. Der dabei erfolgende Stoß wird durch das vorausgehende Zersplittern der Führungsbretter gemildert, wirkt also weniger auf den Bruch der Fangarme hin und ist auch weniger nachteilig für die Fahrennden.

1) Selbach a. a. O. S. 66, Taf. II, Fig. 51a, b, c.

2) Glückauf. Essen 1902, S. 474.

3) Selbach a. a. O. S. 46, Taf. I, Fig. 30a und 30b. — v. Hauer a. a. O. S. 137.

4) Malmedy in Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1869, Bd. 13, S. 499.

5) Selbach a. a. O. S. 33, Taf. I, Fig. 12.



Auf Schacht II der Zeche Prosper in Westfalen ist ein Apparat eingeführt, welchem dasselbe Prinzip zu Grunde liegt. Der Fänger umfaßt mit zwei Zacken *a* und *b* (Fig. 449) den Leitbaum und hat bei *c* einen

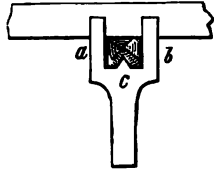


Fig. 449. Fangklaue auf Zeche Prosper.

dreieckigen Zahn. Beim Fangen drängt sich der letztere in den Leitbaum hinein, dessen Aufspalten jedoch durch die Zacken *a* und *b* verhindert wird. Dabei gleitet das Gestelle mit verminderter Geschwindigkeit weiter, bis sich die Zacken in den nächsten Einstrich setzen.

Nysts Fangvorrichtung<sup>1)</sup> umgreift ebenfalls gabelförmig den Leitbaum, doch hat dieser einen trapezförmigen Querschnitt, sodaß die Zacken der Gabel lediglich bremsend wirken. Die Fangarme finden, sobald sie in horizontale Lage gebracht sind, eine Hubbegrenzung.

20. Trennung des Korbes von der Fangvorrichtung. — Um den Stoß beim Fangen zu verhüten, hat man versucht, das Fördergestell so einzurichten, daß es nach dem plötzlichen Eingreifen der Fangapparate noch ein Stück weiter fallen und erst allmählich zur Ruhe kommen kann.

v. Sparre<sup>2)</sup> schlägt zu diesem Zwecke vor, auf dem Kopfstücke des Gestelles einen unten mit Stopfbüchse versehenen, oben offenen Zylinder anzubringen, in welchem sich ein, oben mit dem Seile, unten mit dem Gestelle verbundener Kolben bewegt. Unter dem Kolben befindet sich ein Polster von Heu, Seegras, Roßhaar u. dgl. Beim Seilbruche wird das Kopfstück mit dem Zylinder festgehalten, während das Gestelle mit dem Kolben weiterfällt, bis es auf dem Polster allmählich zur Ruhe gekommen ist.

Bei einer von Menzel in Zwickau angegebenen Vorrichtung<sup>3)</sup> setzt sich der weiterfallende Teil mit dem Kolben in einen mit Blei ausgefüllten, durchlöcherten und auf dem gefangenen Teile befestigten Zylinder und preßt das Blei heraus.

Pelzer ersetzt die Luft und das Polster der v. Sparreschen Vorrichtung durch Wasser (hydraulische Bremse), welches neben dem Kolben entweichen kann, und zwar anfangs leichter, später schwerer, weil die Weite des Zylinders nach unten abnimmt<sup>4)</sup>.

21. Keilfangvorrichtungen. — Bei diesen Apparaten, welche zu den besten der hier in Rede stehenden gehören, befinden sich zwischen Gestell und Leitbaum, und zwar entweder an der Vorderfläche, oder besser

1) v. Hauer a. a. O. II, S. 213.

2) Ebenda S. 217.

3) Dinglers polyt. Journal Bd. 227, S. 544. — Selbach a. a. O. S. 73.

4) Über einen von R. A. Henry in Le Hazard (Belgien) gemachten Vorschlag einer hydraulischen Bremse und deren eingehende theoretische Begründung vergl. Glückauf, Essen 1901, S. 663.

an beiden Seitenflächen desselben, eiserne Keile, deren stumpfes Ende nach unten gerichtet ist. Bei gespanntem Seile sind die Keile durch Hebel abwärts gedrückt, beim Seilbruche werden sie durch Federkraft nach oben gezogen, klemmen sich bei weiterem Fallen des Gestelles immer fester und zehren so die lebendige Kraft desselben allmählich auf. Bei hölzernen Leitungen sind die Keile auf ihren den Leitungen zugekehrten Flächen bisweilen gezahnt.

Fassen die Keile  $k$  den Leitbaum  $l$  zwischen sich, wie in Fig. 450, so lehnen sie

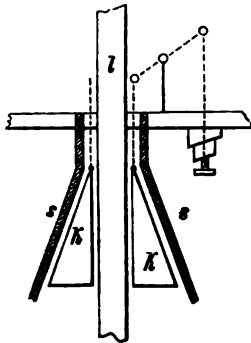


Fig. 450. Keilfangvorrichtung.

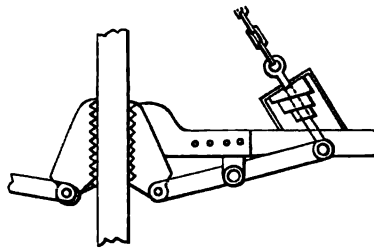


Fig. 451. Keilfangvorrichtung.

sich mit der schrägen Fläche gegen Leitschienen  $s$ , welche an den Seitenwänden des Gestelles angebracht sind.

Der Mechanismus zum Aufziehen der Keile kann in derselben Weise eingerichtet sein, wie bei allen vorher besprochenen Vorrichtungen.

Bei einer Keilfangvorrichtung von Libotte in Gilly bei Charleroi werden die gezahnten Keile von unten in der durch Fig. 451 angedeuteten Weise emporgedrückt<sup>1)</sup>.

Zu diesen Apparaten gehört u. a. der an dem Pinnoschen Fördergestelle<sup>2)</sup> angebrachte.

**22. Die Fangvorrichtung von Benninghaus zu Sterkrade<sup>3)</sup>** ist für eine Leitung mit Flügelschienen bestimmt. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß durch den Seilzug nicht allein eine Spiralfeder, sondern auch eine Torsionsfeder gespannt wird. Diese bewirkt das Anpressen von je zwei exzentrischen Scheiben gegen die Leitung, wobei sie vom Förderschachte gänzlich unabhängig ist.

Der Apparat erfordert indes, bei allen sonstigen Vorzügen, eine sehr genaue Leitung, da die Bremsbacken den Schienenkopf dicht umschließen, und kann in Schächten, in denen die Leitungen sich durch Gebirgsdruck verändern, nicht angewendet werden.

1) Selbach a. a. O. S. 77.

2) Preuß. Zeitschr. 1870, Bd. 18, S. 40.

3) Selbach a. a. O. S. 76. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1886, Bd. 30, S. 507.

23. **Münznersche Fangvorrichtung**<sup>1)</sup>. — Diese besteht aus einer Hebelvorrichtung, deren Arme an den Enden mit drei zahnartigen Schneiden nach Art derjenigen von White & Grant versehen sind. Die beim Ein-

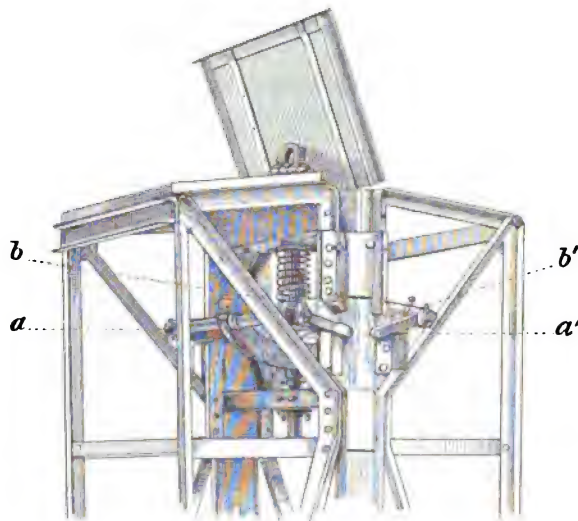


Fig. 452.

tritte eines Seilbruchs von beiden Seiten in die Leitungen eindringenden Zähne der Fänger *aa'* (Fig. 452) gleiten furchenschneidend in dem Holze abwärts, bis die lebendige Kraft des fallenden Gestelles aufgezehrt ist. Die Fangvorrichtung zeichnet sich vor allen andern dadurch aus, daß beim Anziehen des Fördergestelles nicht allein die Fänger, sondern auch die Achsen,

an denen dieselben befestigt sind, emporgezogen und dabei in Schlitten geführt werden. Gleichzeitig werden die Fänger von den Leitungen entfernt. Nach dem Seilbruche werden Achsen und Fänger nach unten gedrückt, die letzteren greifen ein, finden aber gleichzeitig bei *bb'* eine Stütze, so daß das Kraftmoment für das Abbrechen der Fänger ein sehr geringes ist.

24. **Cousinscher Fangapparat** (*parachute équilibre*). — Zu den Keilfangvorrichtungen gehört noch der Fangapparat von Cousin<sup>2)</sup>, welcher seinen Standpunkt nicht in den Leitungen oder Schachtstößen hat und sich in den Kohlengruben von Anzin sehr bewährt haben soll.

Ein »Sicherheitsseil« geht über zwei Rollen mit beiden Enden bis zur Schachtsohle. Jedes Ende trägt eine Reihe immer schwererer Gewichte, die das Gewicht der Fördergestelle unter Hinzurechnung der durch den freien Fall erlangten Beschleunigung ausgleichen. Das Sicherheitsseil wird durch ein Supplementgewicht über jeder Gewichtsreihe straff gehalten.

1) Glückauf. Essen 1893, S. 318. — Menzel in Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1890. — Fischer, ebenda 1891, S. 82. — Österr. Zeitschr. 1891, S. 55.

2) Nitzsch a. a. O. S. 51, Taf. 15, Fig. 1. — Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 234.

Das Gestell trägt eine einfache Keilvorrichtung, bei welcher ein, auf einem Ende einen aufwärts gerichteten Keil, am andern eine Feder tragender Querhebel durch letztere in die Horizontale gebracht wird, wenn ihn das Förderseil nach dem Bruche nicht mehr anzieht. Über dem Keil befindet sich eine nach oben konische Hülse, durch welche das Sicherheitsseil frei hindurchgeht. Beim Seilbruche tritt der Keil in die Hülse ein, fesselt das Sicherheitsseil und zieht dasselbe infolge des Gestellgewichtes mit sich, wobei aber gleichzeitig die am andern Ende hängenden Gewichte nacheinander aufgehoben werden, bis die frei hängende Förderlast zum ganz allmählichen Stillstande gebracht wird.

25. Die Fallbremse des Maschinenfabrikanten Hoppe in Berlin<sup>1)</sup> beruht auf ähnlichem Prinzip, als diejenige von Benninghaus, ist aber älter. Auch bei ihr werden eiserne Bremsbacken von beiden Seiten gegen die eisernen Führungsschienen gepreßt. Durch die dabei entstehende Reibung wird die lebendige Kraft des fallenden Fördergestelles allmählich aufgezehrt.

Die Hoppesche Fallbremse ist nach der älteren Konstruktion von 1869 auf Abendsterngrube bei Rosdzin, sowie auf Erbreichschacht der Königsgrube in Oberschlesien eingebaut. Sie ist theoretisch sehr vollkommen, hat aber in noch höherem Maße, als die Benninghaus'sche Excentricbremse, den Nachteil, daß sie eine sehr große Genauigkeit in der Ausführung, vor allem eine gleichmäßige Stärke des Leitschienensteges und eine sorgfältige Regulierung der Länge und Stellung der Lenkstangen voraussetzt. Auch der Umstand, daß das Gestelle selbst als Federkraft benutzt wird, erscheint nicht unbedenklich<sup>2)</sup>, weil dasselbe nach längerem Gebrauche in seinen Vernietungen beweglich wird.

Bei einer neuen Konstruktion sind diese Fehler beseitigt. Es wird beim Emporziehen der Bremsbacken durch nach dem Reißen des Seiles in Kraft tretende Federkraft ein Winkelhebel gedreht, der dabei eine zweite Feder spannt. Auch ist die neue Konstruktion gegen eine 10 mm und mehr betragende Abnutzung der Schienen unempfindlich<sup>3)</sup>.

26. Fangvorrichtung von Lessing. — Diese vom Eisenwerk Gerlach & Bömke in Dortmund gelieferte Fangvorrichtung greift ebenso, wie die Hoppesche Fallbremse, mit zwei Bremsbacken an eine hölzerne oder eiserne Leitung an, nachdem zwei ineinander liegende, vorher durch den Seilzug gespannte Spiralfedern sich ausgedehnt und durch Hebelübersetzung und drehbare Verbindungsstücke auf die Bremsbacken eingewirkt haben. Damit ein Abscheren der Drehbolzen nicht stattfinden kann, ruhen die Hebel in von drei Seiten eingeschlossenen Lagern.

1) Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1879, Bd. 11, S. 619. — Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 378. — v. Hauer a. a. O. S. 130. — Selbach a. a. O. S. 68.

2) Selbach a. a. O. S. 68.

3) Polytechnisches Zentralblatt 1902, S. 24.

Der Mechanismus zur Betätigung der Fangvorrichtung ist demjenigen der Münznerschen (23) ähnlich. Die Lessingsche Fangvorrichtung hat aber den Vorzug, daß die Leitbäume nicht zerstört werden.

27. Fangvorrichtung von C. Kuntze. — Diese von der Firma Kania & Kuntze in Zawodzie bei Kattowitz gebaute und in Oberschlesien mehrfach eingeführte Fangvorrichtung (D. R. P. Nr. 86779) unterscheidet sich von den andern dadurch, daß die Werkzeuge, welche beim Seilbruch

in die Leitung eindringen und den Stillstand bewirken, Sägeblätter sind, deren Anordnung durch die Fig. 453 bis 456 veranschaulicht werden.

Reißt das Seil, so drückt eine kräftige Spiralfeder *C* (Fig. 456) auf die Traverse *D*, diese zieht den Hebel *E* herab, bewirkt dadurch, daß sich die 4 Backen *H* mit den Sägeblättern *J* aufwärts bewegen und letztere in die Leitbäume eindringen. Die Sägeblätter schneiden während des freien Falles schwache Furchen in die Leitung und zwar so lange, bis durch den Arbeitswiderstand die lebendige Kraft des niedergehenden Gestelles allmählich aufgezehrt wird.

Durch die schräge Anordnung der Zähne wird erreicht, daß sämtliche Zähne gleichzeitig zur Wirkung gelangen und Späne von 2 bis 3 mm Stärke schneiden. Weil gleichzeitig die Zahnücken aus

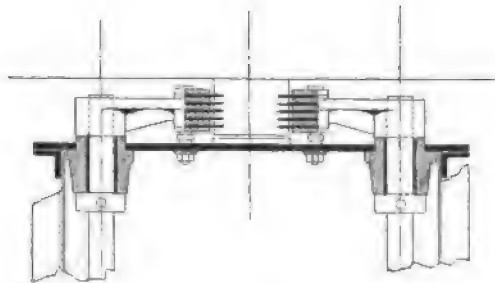
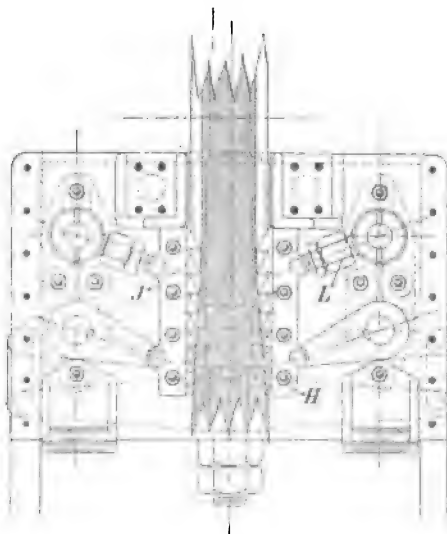


Fig. 453.

Fig. 454.  
Fangvorrichtung von Kuntze.

dem Holze vorragen, so kann das Sägemehl austreten und können sich die Zähne nicht verstopfen. Knorren und Äste werden dabei glatt durchsägt, während bei den anderen Fangvorrichtungen die Leitbäume mehr oder weniger gespalten und unbrauchbar gemacht werden. Da deshalb eine Reparatur nicht erforderlich ist, so kann nach erfolgtem Seilanschluß die Förderung fortgesetzt werden.

Die Backen *H* kommen während des Sägens mit den Leitbäumen nicht in Berührung, so daß das Gestelle von den Sägen allein getragen wird.

Ein mit der Kuntzeschen Fangvorrichtung versehenes Fördergestelle der Cons. Paulus-Grube bei Morgenroth O./S. nimmt 8 Kasten oder 8000 kg Bruttogewicht auf, wozu ihr Eigengewicht von 5000 kg hinzukommt. Hierbei beträgt die Anzahl der Sägeblätter 20, d. h. auf jeder Seite 10, die Stärke des Sägeblattes 5 mm und die Schnitttiefe 25 mm.

Bei einer Fördergeschwindigkeit von 5 m pro Sekunde beträgt die Schnittlänge bzw. der Aufzehrungsweg 500 mm, wobei im ersteren Falle das Gestelle mit 3600 kg = 48 Mann à 75 kg, im letzteren mit 8000 kg belastet vorausgesetzt wird. Verringert man die Schnitttiefe etwas, indem man die oberen Lenker *L* mittels der Stellmutter verkürzt, so nimmt die Schnittlänge entsprechend zu.

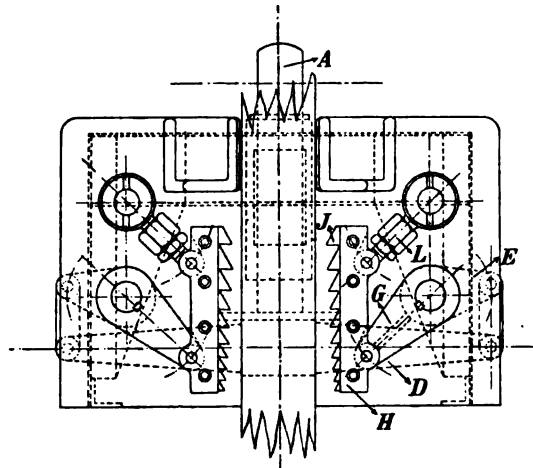


Fig. 455.

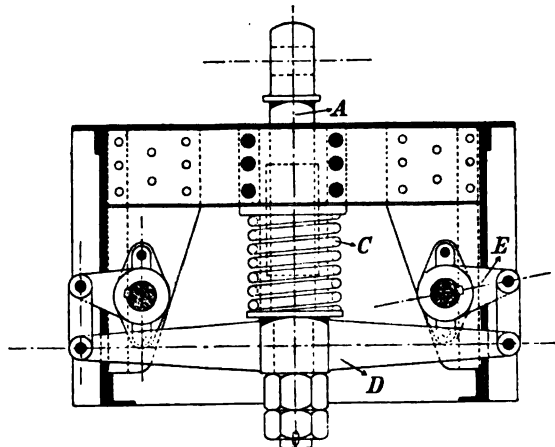


Fig. 456.

Fangvorrichtung von Kuntze.

28. **Andere Fangvorrichtungen.** — Die Fangvorrichtung von Koepe<sup>1)</sup> weicht in ihrem Prinzipie von allen bisher besprochenen wesentlich ab.

1) Selbach a. a. O. S. 54.

Zwei Fangseile liegen auf Seilscheiben und sind mit ihren Enden an je einem Fördergestelle befestigt. Die Achsen der Seilscheiben ruhen auf Pufferfedern. Reißt das Förderseil, so legt sich die Last in die Fangseile, gleichzeitig werden aber die Seilscheiben unter Nachgeben der Federn gegen feste hölzerne Bremsbacken gepreßt und stehen nach einigen Umgängen still.

In der Praxis hat diese Fangvorrichtung noch wenig oder gar keine Anwendung gefunden. In Betracht kann dieselbe nur dort kommen, wo sich das Förderseil stets mit derselben Geschwindigkeit bewegt, was bei Bobinen, konischen und Spiralkörbe nicht der Fall ist.

Die Fangvorrichtung von Pelzer<sup>1)</sup> besteht aus zylindrischen Fangrollen an Holzleitungen. Bei derjenigen von Hypersiel<sup>2)</sup>, welche für eiserne Leitungen bestimmt und u. a. auf Zeche Gneisenau in Gebrauch ist, werden mit Hilfe einer Spiralfeder doppelarmige Fangklauen mit den Leitschienen in Berührung gebracht. Der Wolfschen Fangvorrichtung<sup>3)</sup> mit Schraubenbremse, angewendet auf Lichtloch 81 der Mansfelder Gewerkschaft, liegt der Gedanke zu Grunde, durch eine mit Rechts- und Linksgewinde versehene Spindel, welche von einem gegen die Leitbäume gedrückten Reibungsrade in Umdrehung gesetzt wird, zwei Bremsbacken seitlich an die Leitbäume zu pressen.

Auf der Tiefbau-Anlage Vierwinde des Kruppschen Eisenerzbergwerkes Herner bei Bendorf a. Rh. hat sich die dort eingeführte Trüfelsche Fangvorrichtung recht gut bewährt<sup>4)</sup>. Dieselbe besteht, wie die Cousinsche (24), darin, daß durch die Fangklauen der Fördergestelle beim Seilbruche nicht die starre Schachtleitung, sondern elastisch aufgehängte und über Rollen geleitete, daher nachgebende, besondere Fangseile erfaßt werden und daß alsdann das fallende Gestell durch Anheben mit Gegengewichten und durch die Einwirkung von Bremsen auf die Achsen der Fangseilrollen mit allmählich abnehmender Geschwindigkeit in einer größeren Fallhöhe ohne Stoß zur Ruhe kommt.

Außerdem sind noch die Fangvorrichtungen von Busse<sup>5)</sup>, Davis<sup>6)</sup>, Soupart & Co.<sup>7)</sup> in Philadelphia<sup>8)</sup> (für Aufzüge) zu erwähnen.

1) Stahl u. Eisen 1886, S. 245.

2) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 228.

3) Ebenda S. 228. — Österr. Zeitschr. 1888, S. 27.

4) Haßlacher in Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 229. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889, Nr. 25. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, S. 263. — Österr. Zeitschr. 1890, Bd. 38, S. 28.

5) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 23, S. 421. — Selbach a. a. O. S. 58.

6) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876, S. 71.

7) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 239.

8) Dingers polyt. Journ. Bd. 223, S. 44. — Österr. Zeitschr. 1877, S. 138. — Selbach a. a. O. S. 60.

**29. Fangvorrichtung für Drahtseilleitungen.** — Bei der Fangvorrichtung von Solfrian<sup>1)</sup>, welche auf der Guidogrube bei Zabrze in Oberschlesien eingeführt ist, befindet sich auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Gestelles eine eiserne Platte, welche sich in einem Schlitz etwas auf und nieder bewegen läßt. Am oberen Ende stehen beide Platten durch ein Querhaupt mit dem Förderseile in Verbindung und schieben bei der Förderung vier starke Schraubenfedern zusammen.

Beim Seilbruche werden durch Stifte, welche an der Platte befestigt sind, mit Hilfe der erwähnten Federn die Enden von 8 Hebeln niedergedrückt, deren je 2 übereinander auf jeder Seite einer Platte angebracht sind. Dieselben umfassen mit den andern Enden die Seile und drehen sich um Bolzen, welche an den Kanten des Gestelles angebracht sind. Dabei wird das Seil achtmal geknickt, während bei horizontaler Stellung der Hebel die Leitung ohne Hinderung stattfindet.

Hierher gehören die ähnlichen Vorrichtungen von King<sup>2)</sup>, sowie diejenige von Cousin<sup>3)</sup>.

Auf Eduardschacht II bei Eisleben werden beim Reißen des Seiles durch Niederziehen der Königsstange und entsprechende Hebelwirkung Keile in die oberen Führungsbüchsen eingeschoben, wodurch das Festklemmen der beiden Führungsseile (33 mm Dm.) veranlaßt wird.

## **B. Sonstige Einrichtungen zur Fahrung im Förderschachte.**

**30. Vorrichtung zum Kontrollieren der Fördergeschwindigkeit.** — Wird beim Ausfahren der Belegschaft mit zu großer Geschwindigkeit gefördert, und schließlich, um das Überwinden über die Seilscheiben zu verhüten, plötzlich gebremst, so fliegt das Fördergestelle zunächst noch ein Stück in die Höhe, wobei sich »Hängeseil« bildet, und fällt sodann in den Schacht zurück. Da hierdurch Seilbrüche und Unglücksfälle veranlaßt werden können, so sind mehrfach<sup>4)</sup> Vorrichtungen zum Messen und Kontrollieren der Fahrgeschwindigkeit (Tachymeter, Tachometer, Tachographen) angewendet, wie es in ähnlicher Weise bei den Eisenbahnzügen geschieht. Diese Apparate beruhen darauf, daß bei jeder vollen und teilweisen Umdrehung der Seilkorbachse ein Registrierstift in einen, von einer Wächterkontrolluhr bewegten Papierstreifen eingedrückt, bezw. auf demselben hin und her bewegt wird.

1) Selbach a. a. O. S. 71, Taf. 2, Fig. 59a—d.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871, S. 120. — Polyt. Zentralbl. 1870, S. 1478.

3) Dinglers polyt. Journal Bd. 216, S. 370. — Glückauf 1875, Nr. 40. — Österr. Zeitschr. 1875, S. 435. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1875, S. 331.

4) Glasers Annalen für Gewerbe- und Bauwesen 1884, Bd. XIV, Heft 1, Nr. 157.



An der Fördermaschine auf Dechenschacht I bei Saarbrücken und Gabrielenschacht bei Karwin ist ein Geschwindigkeitsmesser aus der Fabrik von Sombart und Buss<sup>1)</sup> in Magdeburg, auf Camphausenschacht I der Grube Dudweiler ein solcher von Gerhard<sup>2)</sup> in Anwendung gekommen. Der letztere ist so eingerichtet, daß er auch einen Zeiger in Bewegung setzt, welchen der Maschinenwärter neben dem Teufenzeiger stets vor Augen hat, so daß er sich jeden Augenblick Rechenschaft über die Peripheriegeschwindigkeit des Seilkorbes geben kann.

Andere Geschwindigkeitsmesser sind hergestellt von R. Jähns in Nippes bei Köln (D. R. R. 14 847), J. Weidtmann in Dortmund und Weig daselbst. Der Apparat von Jähns ist auf Ottoschacht bei Oesede, derjenige von Weidtmann auf Zeche Gneisenau bei Dortmund in Anwendung<sup>3)</sup>.

**31. Fahrung mittels verdünnter Luft.** — Die im IV. Abschnitt, 125, beschriebene Fördermethode mit verdünnter Luft ist auch für Fahrung empfohlen und dabei besonderer Wert auf die durch den Fortfall des Seiles erzielte größere Sicherheit gelegt.

#### 4. Kapitel.

##### Leistungen der verschiedenen Fahrmethoden und Vergleichung derselben.

**32. Vergleich zwischen Fahrten und Fahrkünsten<sup>4)</sup>.** — Die durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt beim Einfahren auf Fahrten in tonnlägigen Schächten am Harz durchschnittlich 0,316 m (1 Fuß), beim Ausfahren 0,158 m in der Sekunde.

Nach der Formel

$$Z = \frac{t}{s} + a(A - 1)$$

berechnet sich (für Fahrten und Fahrkünste) die Zeit in Minuten, welche eine Anzahl von  $A$  Männern gebraucht, um einen  $t$  m tiefen Schacht zu befahren, wenn  $s$  die Geschwindigkeit des Fahrenden in der Sekunde und  $a$  die Zeit in Sekunden ist, welche zwischen dem Einfahren zweier aufeinander folgenden Männer vergeht.

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 297. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1889, S. 141.

2) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 237, Fig. 16.

3) Ebenda 1886, Bd. 34, S. 261.

4) O. Dörell in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1860, S. 22 ff. — v. Hauer a. a. O. II, S. 793.

Es ergibt sich aus dieser Rechnung, daß 25 Mann für einen 200 m tiefen Schacht beim Einfahren gebrauchen:

auf Fahrten . . . . .	13,111 Minuten	
abwechselnd auf der Fahrt und auf der		
Fahrkunst . . . . .	14,964	-
auf der Fahrkunst allein . . . . .	12,410	-

Die Zeitersparnis ist also verschwindend klein.

Ferner zum Ausfahren:

auf Fahrten . . . . .	27,42 Minuten	
abwechselnd auf Fahrten und Fahrkunst	20,94	-
auf der Fahrkunst allein . . . . .	12,41	-

Obgleich danach beim Ausfahren auch eine wesentliche Zeitersparnis eintritt, so liegt der Hauptvorteil der Fahrkünste in der geringen Kraftanstrengung der Fahrenden.

**33. Vergleich zwischen Fahrkünsten und Seilfahrgang<sup>1)</sup>.** — Im allgemeinen braucht der einzelne Mann auf den Fahrkünsten eine längere Zeit und hat mehr geistige und körperliche Kraft aufzuwenden, als beim Seilfahren.

Zum Ein- und Ausfahren brauchen 300 Mann auf der Fahrkunst im Königin Marienschachte bei Clausthal bis zu einer Tiefe von 652 m 100 Minuten.

Bei der Seilfahrgang würde man etwa 69 Minuten nötig haben, wenn 20 Mann auf dem Gestelle stehen, eine mittlere Geschwindigkeit von 9 m in der Sekunde und zum Ein- und Aussteigen 1 Minute Zeit angenommen wird. Rechnet man hinzu, daß man bei der Seilfahrgang einer besonderen Anlage überhaupt nicht bedarf, weil in den meisten Fällen die gewöhnlichen Förderanlagen benutzt werden, so ist es erklärlich, daß man der Seilfahrgang auf Kohlengruben meistens den Vorzug vor den Fahrkünsten gibt, obgleich sie den Nachteil hat, daß man während der Fahrzeit nicht fördern kann.

Außerdem muß aber hervorgehoben werden, daß die Seilfahrgang nicht die Möglichkeit gewährt, zu jeder Zeit an einer beliebigen Stelle des Schachtes auf- und abzutreten, wie es bei den Fahrkünsten der Fall ist.

Auf Steinkohlengruben kommt dieser Umstand auch wenig in Betracht, weil man mit jeder Maschine gewöhnlich nur von einer Hauptsohle fördert und hier auch die meisten Arbeiter beschäftigt sind. Ganz anders aber liegt die Sache bei den meisten Gruben des Gangbergbaues, wo es die Natur der Lagerstätten mit sich bringt, daß man eine größere Anzahl von Bausohlen in Betrieb nehmen muß, welche unter sich, sowohl für einzelne Arbeiterklassen, als auch für die Beamten, in Verbindung bleiben müssen. Auch kommt hinzu, daß man beim Gangbergbau häufig eine größere Zahl von Arbeiterklassen mit ganz verschiedener Schichten-

1) Dittge in Berggeist 1869, S. 22 ff.

dauer hat. Die Fahrkunst gestattet jedem Manne, zu seiner Schichtzeit nach und von jedem beliebigen Punkte ein- und auszufahren; beim Seilfahren würde dieses, wenn die bestehenden Sicherheitsvorschriften beobachtet werden sollen, selbst dann kaum möglich sein, wenn man eine besondere Förderanlage lediglich für Seilfahrt bestimmen wollte, um die häufigen Störungen der Förderung zu vermeiden.

In sicherheitspolizeilicher Hinsicht ist zu bemerken, daß die Gefahren der Fahrkunst sich — von seltenen Ausnahmen abgesehen — durch Besonnenheit und Aufmerksamkeit des Fahrenden vermeiden lassen, während man bei der Seilfahrt von der Güte des Seiles, der Zuverlässigkeit und Aufmerksamkeit des Maschinenwärters und manchen andern Zufälligkeiten ausschließlich abhängt.

Dennoch ist die Wahrscheinlichkeit der Gefahr bei Seilfahrt weit geringer, als es hiernach scheinen könnte, denn nach genauen statistischen Erhebungen kamen in Preußen in den Jahren 1879 bis 1898:

auf 1000 Mann

auf Fahrten . . . . . 0,093

auf Fahrkünsten . . . . . 0,207

bei Seilfahrt . . . . . 0,055

Unfälle vor. Im Oberbergamtsbezirke Dortmund allein war das Verhältnis der Unfälle zwischen Seil und Fahrt 1 : 1,125, also wiederum günstiger für die Seilfahrt.

In England sind beim Seilfahren auf 1000 Mann 0,36, im Königreiche Sachsen 0,313 Verunglückungen vorgekommen.

## Literatur.

- Karstens Archiv 1831, Bd. 10, S. 199 (Oberharzer Fahrkünste von Dörell).  
 Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1855, S. 257 (Ältere Fahrkunst in Příbram von J. v. Hauer); 1878, S. 257 (Fahrkunst im Mariaschachte bei Příbram von Meyer).  
 Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1845, Bd. 4, S. 961 (Über Fahrkünste von Delvaux de Fenffe); 1850, Bd. 9, S. 661 (F. v. Warocqué); 1857, Bd. 16, Nr. 20 (Fahrk. der Zeche Zollverein); 1861, S. 364 (Über die Priorität der Erfindung der Fahrkünste); 1866, S. 104 (Fahrmaschine von Schröder); 1867, S. 185 (Fahrk. der Zeche Zollverein).  
 Zeitschr. f. d. B.-, H.- u. S.-Wesen i. Preuß. Staate 1854, Bd. 1, S. 120 (Fahrkunst der Grube Gewalt von Lottner); 1861, Bd. 9, S. 190 (Fahrk. der Grube Oberhausen); 1869, Bd. 17, S. 88 (Fahrkünste); 1871, Bd. 19, S. 286 (Mansfelder Fahrkünste); 1875, Bd. 23, S. 117 (Warocqués Fahrk.); 1876, Bd. 24, S. 169 (Neue Fahrkunst im Marienschachte b. Clausthal); 1879, Bd. 27,

- S. 245 (Förderung mit Gestängen von Houdaille); 1880, Bd. 28, S. 342. (Fahrkunst in Hostenbach von v. d. Kall); 1881, Bd. 29, S. 35 (F. v. Warocqué); 1895, Bd. 43, S. 227 (Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal).
- Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1880, S. 99 (Fahrkunst von Lorimier).
- Des échelles mobiles, dites Fahrkunst. Leur inventeur Hubert Sarton du Liège. Liège 1860.
- Hermann Undeutsch. Experimentelle Prüfung der gefährlichen Wirkung, welche je ein auf einem Fördergestell befindlicher Mensch, bzw. das Fördergestell nach erfolgtem Seilriß durch die Fangvorrichtung erfährt, mit dem registrierenden Versuchsapparat des Verfassers. Freiberg i. S. 1889.
- Wische und Scharfe. Fangvorrichtung für an zwei Seilen hängende Fördergefäße. D. R. P. Kl. 35a, 123126.
- R. Henry. Fangvorrichtung mit durch Druckflüssigkeit gegen die Leitbäume gepreßten Bremsbacken. D. R. P. Kl. 35a, 122917.
- C. Hoppe. Fangvorrichtung für Förderanlagen. D. R. P. Kl. 35a, 124590.

## Sechster Abschnitt.

### Grubenausbau<sup>1)</sup>.

---

1. **Allgemeines.** — Der Abschnitt »Grubenausbau« wird von denjenigen Mitteln handeln, welche man anwendet, um das Einstürzen der offen zu erhaltenden Grubenräume zu verhindern.

Zunächst geschieht dies mit denselben Mitteln, durch welche die Spannung (vergl. II. Abschnitt, 2) vergrößert, bezw. erhalten wird, also dadurch, daß man die Grubenräume nicht unnötig weit macht, die Ecken in denselben stehen läßt, und ihre Form rund oder gewölbt gestaltet. Auch gehören hierher: das Verfüllen der ausgehauenen Räume mit Bergen, ferner die Sicherheitspfeiler, die Bergfesten, das Hereinwerfen von druckhaften Gesteinsschichten, wenn darüber feste, haltbare anstehen u. s. w.

Reicht alles dieses nicht aus, um den angestrebten Zweck zu erreichen, so muß der eigentliche Grubenausbau in Holz, Eisen und Stein eintreten.

Auch sind diejenigen Mittel zu erwähnen, welche den Zweck haben, das Ablösen von Gesteinsmassen dadurch zu verhüten, daß man den Einfluß der Atmosphärien und damit die Verwitterung abhält, so besonders das mehrfach mit Erfolg angewendete Bewerfen und Verstreichen von Gesteinswänden mit hydraulischem Mörtel oder mit Luftmörtel<sup>2)</sup>, ferner das Ausstampfen der Sohle mit einer handstarken Schicht von Steinstücken bei quellendem Liegenden, wobei der Luftabschluß das Wichtigste zu sein scheint<sup>3)</sup>. Auf Halberstädter Gruben hat sich das letztere Verfahren nicht bewährt. Günstige Erfolge erzielte man auf Zeche Dorstfeld dadurch, daß Pflastersteine in eine 8 bis 10 cm dicke Lage von Kohlen-

---

1) M. Georgi, Der Gebirgsdruck und seine Bekämpfung im Kohlenbergbau. Sächs. Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen 1894, S. 76. — Menzel, Über den Gebirgsdruck in den tieferen Bauen der erzgebirgischen Kohlenreviere. Ebenda S. 92.

2) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 29; 1860, Bd. 8, S. 181; 1872, Bd. 20, S. 361; 1889, Bd. 37, S. 213 (Betonieren eines Förderquerschlags bei Eisleben). — Buisson in Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1888, S. 43 (Schachtausmauerung mit Zement). — Österr. Zeitschr. 1889, S. 312 (Betonierung von Schächten).

3) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2, S. 359; 1860, Bd. 8, S. 182.

asche gesetzt wurden, wodurch man gleichzeitig eine gute Sohle für Pferdeförderung gewann<sup>1)</sup>.

Nach den Untersuchungen von Bernhardie-Zabrcze, O.-S., nehmen Spannung und Druck in den oberschlesischen Flötzen mit der Tiefe in unverkennbarer Weise zu<sup>2)</sup>, während in Gesteinen mit größerer Kohäsion davon nichts zu bemerken ist.

---

## A. Zimmerung oder Ausbau in Holz.

### 1. Kapitel.

#### Material und Gezähe.

2. Die verschiedenen Holzarten. — Das bei der Zimmerung anzuwendende Material ist Laub- und Nadelholz. Im allgemeinen unterscheiden sich beide Holzarten dadurch, daß Laubholz einen festen Kern und ein weiches Äussere hat, während Nadelholz sich umgekehrt verhält. Dieses hat außerdem einen geraderen Wuchs als Laubholz. Aus diesem Umstande ergibt sich in vielen Fällen die Notwendigkeit, das Laubholz zu beschneiden oder zu beschlagen, wodurch man gleichzeitig seine weicheren Teile entfernt, dasselbe also gegen das Verfaulen widerstandsfähiger macht, während das Beschneiden und Beschlagen des Nadelholzes meistens nicht erforderlich und möglichst zu vermeiden ist, um dasselbe durch Erhaltung des festen Äussern gleichfalls widerstandsfähiger zu machen.

Die für die Grubenzimmerung wichtigsten Holzarten sind: Eiche, Buche, Fichte, Kiefer, Lärche. Als vorzüglichstes Grubenholz gilt die Akazie, welche deshalb auch in Deutschland vielfach angebaut wird.

Übrigens zeichnet sich die Akazie weniger durch Druckfestigkeit, als durch Widerstandsfähigkeit gegen Vermodern aus. Im allgemeinen ist dasjenige Holz das beste, welches am dichtesten oder bei geringerer Dichtigkeit am harzreichsten ist.

Außer diesen Eigenschaften kommt aber auch der Preis des Holzes wesentlich in Betracht. So verwendet man die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) trotz ihrer geringen Haltbarkeit in großen Mengen an solchen Punkten, wo sie nahe bei der Grube wächst und deshalb wegen der geringeren Transportkosten preiswert ist. Weißbuche oder Hainbuche zeichnet sich durch Zähigkeit aus und wird deshalb vorwiegend für Gezähehelme benutzt.

Alle andern Laubhölzer, wie Pappel, Esche, Weide, Erle u. s. w., sind für die Grubenzimmerung zu weich.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 361.

2) Zeitschr. des Oberschles. Berg- u. Hüttenm. Vereins 1901, Januarheft.

Eichenhölzer sind bei einem Alter von 300 bis 400, Nadelhölzer von 80 bis 100 Jahren am besten.

**3. Dauer des Holzes.** — Was die Dauer des Holzes anbetrifft, so ist Eichenholz (abgesehen von der Akazie) das haltbarste. Es widersteht am besten dem Drucke und ist im Wasser unzerstörbar, unter gewöhnlichen Verhältnissen dauert es 30 bis 40 Jahre.

Beim Braunkohlenbergbau in der Provinz Sachsen beträgt die Dauer des Nadelholzes ohne besonderen Druck 4, im Erzgebirge 5 bis 6 Jahre, am Harz in feuchtwarmen Wettern 2, unter günstigen Verhältnissen 10, 20 und 30 Jahre. In versoffenen und wieder aufgeschlossenen alten Bauen hat man Fichtenholz nach über 200 Jahren hart und gesund vorgefunden (Grube Alter Deutscher Wildemann am Harz).

**4. Umstände, von denen die Dauer des Holzes abhängt.** — Im allgemeinen hängt die Dauer des Holzes ab:

- 1) Von dem Gebirgsdrucke,
- 2) von solchen Umständen, welche auf Zersetzung des Holzes Einfluß haben.

Der Gebirgsdruck läßt sich mitunter durch die weiter oben schon erwähnten Mittel (runde oder gewölbte Form der Grubenräume, zeitiges Hereinwerfen druckhafter Gesteinsschichten) verringern, außerdem auch dadurch, daß man die Zimmerung nicht zu spät einbringt, also nicht etwa erst dann, wenn die Gebirgsschichten sich schon teilweise aus ihrem natürlichen Zusammenhange gelöst haben.

**5. Zersetzung des Holzes.** — Die Zersetzung des Holzes erfolgt entweder durch Verfaulen (nasse Fäulnis), oder durch Vermodern (trockene Fäulnis).

Das Verfaulen tritt am ersten bei Abwechselung von Nässe und Trockenheit ein, außerdem in solchen Fällen, wo Wasser in das Innere des Holzes eindringen kann, sodann durch Berührung mit faulenden organischen Substanzen, stets aber ist die Ursache eine äußere.

Der Vermoderungsprozeß des Holzes beginnt, wie bei allen organischen Körpern, mit der Zersetzung der flüssigen Bestandteile, also der Säfte, wirkt erst in zweiter Linie ansteckend auf die feste Holzmasse und wird besonders durch feuchtwarme Luft begünstigt. Alle Mittel, die Vermoderung aufzuhalten oder gänzlich zu beseitigen, laufen deshalb darauf hinaus, entweder die Säfte möglichst zu entfernen, bezw. fern zu halten, oder die äußeren Einflüsse zu beseitigen, indem man die Luft abzuschließen und deren Temperatur möglichst niedrig zu halten sucht.

Um die Säfte fern zu halten, fällte man bisher das Holz nur zur Winterzeit. Nach neueren Untersuchungen ist jedoch der Saftgehalt im Sommer und Winter gleich, was vielleicht damit erklärt werden kann, daß der Saft im Winter zwar nicht umläuft, aber auch nicht aus dem Holze zurücktritt.

**6. Entfernen der Säfte und Aufbewahren des Holzes.** — Wichtiger und erfolgreicher sind die Bemühungen, die Säfte zu entfernen, und zwar durch einfaches Austrocknen an der Luft. Saftiges, grünes Holz vermodert in der Grube sehr bald, man muß deshalb immer einen genügenden Holzvorrat auf der Halde haben und denselben so aufbewahren, daß die Luft ihn frei durchstreichen und austrocknen kann. Rundholz wird zu diesem Zwecke in Schränke, d. h. in rechtwinklig übereinander liegende einzelne Lagen gebracht. Lange Stämme legt man ebenfalls in Schränke oder in parallele Lagen, legt dann aber rechtwinklig zwischen die einzelnen Lagen Pfähle oder schwaches Rundholz am starken und schwachen Ende ein. In derselben Weise werden Pfähle aufbewahrt.

Zur bequemerer Überwachung des Verbrauches und Bestandes schichtet man jede Holzart für sich auf, legt in jede Reihe eine bestimmte Zahl von Stämmen und bringt an jedem Stoße eine Tafel an, auf welcher die Sorte, sowie die Anzahl der Stämme verzeichnet sind.

Geschnittene Holzmaterialien werden in verschließbaren und luftigen Magazinen aufbewahrt, und ebenfalls mit Zwischenlagen so geschichtet, daß die Luft durchstreichen kann.

Versuche, die Säfte durch Auswaschen in fließendem Wasser, wobei man das Holz mit dem Stammende gegen den Strom legte, oder durch Auslaugen mit eingepreßten Dämpfen zu entfernen, haben sich für die Anwendung im großen nicht bewährt.

**7. Erhaltung des Holzes durch Zuführung frischer Wetter, Anstreichen und Verkohlen.** — Da die Zersetzung der Säfte durch feuchtwarme Luft befördert wird, so ist das nächstliegende Mittel, die letztere zu beseitigen, ein guter Wetterzug. Allerdings kann sich die günstige Einwirkung desselben nicht immer auf sämtliche Grubenbaue erstrecken, denn die zugeführten frischen Wetter werden sich auf ihrem Wege immer mehr erwärmen und Feuchtigkeit aufnehmen. Auch ist es selten möglich, alle Baue mit einem gleich lebhaften Wetterzuge zu versorgen.

Besonders im ausziehenden Wetterstrom ist es deshalb wichtig, die Fernhaltung der äußeren schädlichen Einflüsse auf das Grubenholz noch durch andere Mittel anzustreben. Das Anstreichen desselben mit Steinkohlenteer, Mastixteer und Firnis<sup>1)</sup> hat sich im großen nicht bewährt, da es nur bei ganz trockenem Holze wirksam ist, und überdies einen verderblichen Einfluß auf die Wetter ausübt.

Oberflächliches Verkohlen solcher Holzteile, welche in feuchten Gesteinmassen (nasses Ton u. s. w.) stehen sollen, erscheint dagegen zweckmäßig, sobald es mit fertig geschnittenen Hölzern vorgenommen werden kann.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8A, S. 180.



In den Hauptförderstrecken am Porembaschachte der Königin-Luisengrube bei Zabrze O./S. hat man mit gutem Erfolge die neu eingebauten Türstöcke mit Kalkmilch überstrichen<sup>1)</sup>.

Als fäulniswidriges Mittel wird Kreosot sehr viel angewendet, so auch in England nach einem patentierten Verfahren von Bethel. Überhaupt ist für das Erhalten einzelner Hölzer das Kreosotieren noch am häufigsten in Gebrauch, zumal nach der Tränkung mit Lösungen von Salzen das Holz durch deren Krystallisationskraft auseinander getrieben wurde. Allerdings hat das Kreosotieren den Nachteil, daß die Wetter verdorben werden, und daß man infolge des starken Geruches etwaigen Grubenbrand nicht früh genug bemerken kann. Außerdem wird Karbolineum empfohlen<sup>2)</sup>.

Auf den Henkelschen Braunkohlenwerken bei Sedlitz (Niederlausitz) hat sich bei dem Tränken von Kiefernholz der Gebrauch von Crusco-phenol (Patent der Firma Kruskopf in Dortmund) bewährt. Das Tränken von 1 cbm Holz kostete nur 2,75 bis 3  $\mathcal{M}$ , gegenüber 10  $\mathcal{M}$  bei Anwendung von Kreosot.

**8. Bewässerung.** — Als praktisch bewährtes Mittel zum Fernhalten äußerer Einflüsse, welches mit größerer Ausdehnung und mit Erfolg anwendbar ist, muß das Bewässern, d. i. das stete Naßhalten des Holzes, hervorgehoben werden. Dieses Verfahren ist seit dem Jahre 1816<sup>3)</sup> in ausgedehntem Maße am Harz, außerdem auch in Joachimsthal, Neurode (Schlesien), im Breisgau u. s. w. in Anwendung und wirkt in doppelter Weise, einmal, indem durch die Umhüllung mit einer Wasserschicht die Luft abgeschlossen, außerdem auch durch die stete Verdunstung eine Abkühlung der das Holz umgebenden Luftschicht erzielt wird.

Das Bewässern der Zimmerung ist am bequemsten und vollkommensten in Schächten zu erreichen. Man bringt zu dem Zwecke im Fahrtrumm einen Röhrenstrang aus Holz, oder, wie in neuerer Zeit geschieht, aus Zinkblech an, und versieht denselben an geeigneten Stellen mit sogen. Spritzkegeln, d. h. mit ca. 10 cm langen Rohransätzen, welche am vorderen Ende ein feines Loch haben. Hölzerne Spritzkegel sind zu dem Zwecke mit einem abgedichteten Stückchen Zinkblech benagelt, in welchem sich das Loch befindet. Der aus letzterem hervorschießende Wasserstrahl wird auf solche Stellen gerichtet, von denen aus er sich abwärts weiter verbreiten kann, und hat man demnächst durch Anbringen von Traufbrettern weiter dafür zu sorgen, daß das abtropfende Wasser gleichmäßig verteilt wird. Da, wo das Wasser abnimmt, muß ein neuer Wasserstrahl angebracht werden.

1) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 248.

2) Österr. Zeitschr. 1888, Nr. 15.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 1.

Das Bewässern der Streckenzimmerung ist umständlich, unvollkommen und deshalb auch weniger in Gebrauch. Dagegen läßt sich in solchen Strecken, in denen sich eine Wasserseige unter dem Tragewerke befindet, die Dauer des letzteren dadurch verlängern, daß man durch Anbringen von Dämmen das Wasser bis nahe an die Oberkante des Tragewerkes aufstaut.

Das Bewässern der Streckenzimmerung mittels Schaufeln aus der Wasserseige hat nur dann den gewünschten Erfolg, wenn es häufig wiederholt wird. Läßt man das Holz inzwischen trocken werden, so unterbleibt das Bewässern besser gänzlich.

**9. Äußerliche Anwendung von Kochsalzlösung.** — Nachdem man mehrfach die Erfahrung gemacht hat, daß das Holz in Steinsalzgruben der Zersetzung sehr lange Zeit widersteht, hat man mit Erfolg versucht, das Holz durch Bestreichen mit gesättigter Salzlösung mit einer Salzkruste zu überziehen. Am besten geschieht dies nach der Herrichtung der einzelnen Holzteile, damit auch die frischen Schnitt- und Hiebflächen überzogen werden.

Auf der Braunkohlengrube Cons. Preußen bei Jahnsfelde hat man die vorher ausgetrockneten Grubenhölzer vier Wochen lang in eine gesättigte Lösung von Staßfurter Abraumsalzen gelegt und vor der Verwendung in der Grube gut getrocknet. Man will bei so behandelten Hölzern weniger Pilzansätze und größere Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis bemerkt haben.

Obgleich es mehrfach bestätigt ist, daß das Holz in salzigen Grubenwässern, an Gradierwerken u. s. w. eine lange Dauer hat, so erscheint ein Verfahren, wie das oben beschriebene, nur für solche kleineren Hölzer anwendbar, welche für den Gebrauch in der Grube nicht mehr mit Axt und Säge bearbeitet werden müssen.

**10. Umänderung der Säfte durch Tränken des Holzes mit Salzlösungen u. s. w.<sup>1)</sup>** — Die Bemühungen, die Säfte durch Tränken in einen solchen Zustand überzuführen, daß sie der Zersetzung einen besseren Widerstand leisten können, sind sehr zahlreich gewesen, haben aber bis jetzt das Resultat gehabt, daß die verschiedenen Verfahrungsweisen sich immer nur für einzelne Fälle anwendbar erwiesen, z. B. um besonders wichtigen Hölzern, deren Auswechslung schwierig, oder mit Betriebsstörungen verbunden ist, wie Pumpenlagern, Schwellen von Förderbahnen u. s. w., eine möglichst lange Dauer zu verschaffen. Die Anwendung der Tränkung auf die gesamte Grubenzimmerung ist zu umständlich und zu kostspielig.

Die verschiedenen Lösungen und Flüssigkeiten können entweder mit oder ohne Druck in das Innere des Holzes gebracht werden. Bei dem

1, Bergwerksfreund 1860, Bd. 22, S. 468. — Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. 11, S. 427. — Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2A, S. 355; 1860, Bd. 8A, S. 180; 1863, Bd. 11A, S. 254.

Verfahren mit Druck, demjenigen von Boucherie, werden die Flüssigkeiten unter Anwendung von hydraulischen Pressen in das Hirnholz gedrückt, während sie bei dem Verfahren ohne Druck, demjenigen von Lüdersdorf, mit Hilfe von Wollfäden aus höher aufgestellten Fässern in das angebohrte Langholz eingefloßt werden.

Die angewendeten Flüssigkeiten<sup>1)</sup> sind entweder solche, bei denen nach Verdunstung des Lösungsmittels die aufgelösten Stoffe in fester Form auskristallisieren und dabei die Säfte des Holzes umschließen, oder sie wirken fäulniswidrig (antiseptisch), wie z. B. Kreosot.

Die ersteren Mittel sind sehr zahlreich, man hat angewendet: Salzsole, vitriolische Grubenwasser, Chlorbaryum oder Schwefelbaryum, Chlorzink, Zinkchlorid, Quecksilbersublimat (nach einer Methode von Kyan, daher die Bezeichnung »kyanisieren«), Kupfer- und Eisenvitriol, Borax und Wasserglas, das letztere auf Königin-Luisengrube in Oberschlesien mit gutem Erfolge<sup>1)</sup>.

Besonders wirksam hat sich auch das vom Architekten Hasselmann in München-Nymphenburg vorgeschlagene Verfahren erwiesen, bei welchem gewisse fäulniswidrige Substanzen mit dem Holze chemische, unlösliche Verbindungen eingehen, also nicht wieder entfernt werden können. Die Substanzen, welche er verwendet, sind schwefelsaure Tonerde, Doppeltvitriol und Kainit, für besondere Fälle an Stelle des letzteren Chlorcalcium und Ätzkalk. In einer entsprechenden Lösung dieser Chemikalien wird das Holz bei Überdruck von 1 bis 2 Atmosphären einige Stunden in geschlossenen Kesseln bei 100 bis 140° C gekocht, sodaß es vollständig und gleichmäßig von ihnen durchdrungen wird. Hierdurch werden seine Eiweißstoffe aufgelöst, während die schwefelsaure Tonerde die Harze, Saftbestandteile und sonstige Gährungserreger zersetzt. Dabei bilden sich chemische, unlösliche Niederschläge von hoher, antiseptischer Wirkung an den Holzzellwandungen.

11. **Gezähe.** — Die bei der Zimmerung u. s. w. gebrauchten Gezähe sind: die Axt (das Beil), die Säge, das Sperrmaß, das Lot, die Setzwage und einige Hilfsgezähe, wie Großfäustel, Bohrgezähe, Spitzhammer u. s. w.

Die Bezeichnungen Axt und Beil sind nicht überall getrennt, richtiger ist es aber, das einseitig geschliffene und vorwiegend vom Zimmermann zum Abschlichten des Holzes gebrauchte Beil von der zweiseitig geschliffenen Axt zu unterscheiden.

Die Säge ist entweder einmännisch oder zweimännisch. Im letzteren Falle ist das Sägeblatt dünner und darf auf beiden Seiten nur ziehend, nicht schiebend gehandhabt werden. Als Material wird an Stelle des früher ausschließlich angewendeten Eisenblechs jetzt vielfach Stahlblech vorgezogen.

1) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 360.

Die Sägezähne werden zweckmäßigerweise geschränkt, d. h. sie werden abwechselnd etwa um die Stärke des Sägeblattes nach links und rechts umgebogen und mit der Feile so geschärft, daß sie zwei Reihen von Spitzen bilden, welche die Holzfasern auf beiden Seiten des Schnittes leicht durchschneiden, während bei ungeschränkten Sägen die Fasern aus ihrem Zusammenhange herausgerissen werden müssen. Ferner wird der Schnitt bei einer geschränkten Säge doppelt so weit, als die Stärke des Sägeblattes beträgt, es kann sich das letztere deshalb nicht klemmen. Als sehr zweckmäßige Säge dieser Art ist die am Harz gebräuchliche (Fig. 457) zu nennen. Die ihr eigentümliche wiegenförmige Gestalt hat den Vorzug, daß die Zähne das abgeschnittene Sägemehl leicht vor sich herschieben und aus dem Schnitte entfernen, während das Sägemehl bei geraden Sägeblättern, bei denen sämtliche Zähne aufstehen, zum Teil im Schnitte hin und her geführt wird und die Arbeit erschwert.

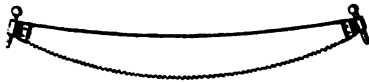


Fig. 457. Harzer Säge.



Fig. 458. Sächsische Bügelsäge.

Die einmännischen Sägen werden ziehend und schiebend geführt, und haben deshalb entweder ein steifes Blatt, wie der Fuchsschwanz oder die Stoßsäge, — oder sie haben ein dünnes Blatt, welches nach Art der Tischlersäge eingespannt wird. Als eine gute Säge dieser Art ist die in Sachsen übliche Bügelsäge (Fig. 458) zu nennen. Das Blatt ist in zwei, an den Enden eines elastischen Bügels angebrachte Schlitze gesteckt und wird durch Vorstecker festgehalten.

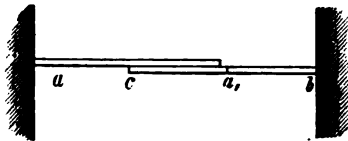


Fig. 459.

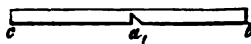


Fig. 460. Sperrmaß.

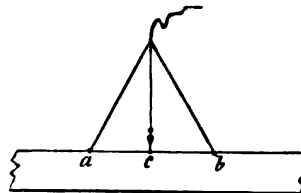


Fig. 461. Maßstäbe und Lot als Setzwage.

Da bei der Grubenzimmerung der Abstand zwischen zwei festen Flächen bzw. Punkten zu messen ist, so bedient man sich hierzu zweckmäßig eines Sperrmaßes. Dasselbe besteht aus zwei Holzstäben, welche zusammen etwas länger als die zu messende Entfernung sein müssen.

Nachdem man durch Verschieben der Holzstäbe die Entfernung der Punkte *a* und *b* (Fig. 459) ermittelt hat, trägt man die überragende Länge *ac* des einen Maßes auf das andere durch einen Einschnitt *a*, (Fig. 460) auf, so daß nunmehr  $bc + a, c = ab$  ist. Alle derartigen Einschnitte müssen einen zur Länge des Maßes rechtwinkligen und einen schrägen Stoß haben, der erstere ist nach derjenigen Seite hin anzubringen, auf welcher das zweite Maß aufgetragen ist. Wollte man das Sperrmaß einfach zusammenhalten und bis zu dem abzuschneidenden Holze tragen, so könnte es sich leicht verschieben. Hat man auf einen Holzstreifen mehrere Maße aufzutragen, so sind sie mit entsprechend vielen kleineren, durch zwei Schnitte herzustellenden Kerben zu bezeichnen.

Das Lot besteht aus einer Hanfschnur mit zentrisch daran befestigter Spitzkugel. Die Schnur ist auf einer Holzrolle aufgewickelt, in welcher ein Dorn mit Handgriff steckt.

Die Setzwage hat entweder die aus der Technik bekannte, gewöhnliche Form, oder sie wird einfach durch zwei gleich lange Maßstäbe gebildet. Man macht auf der Fläche, deren horizontale Lage man ermitteln will, drei Kerben und zwar so, daß  $ac = bc$  ist (Fig. 401). In *a* und *b* setzt man die Maßstäbe ein und hält dieselben oben zusammen. Trifft das von der Spitze des so gebildeten gleichschenkligen Dreiecks gefällte Lot in die Mitte *c* der Grundlinie *ab*, so ist die letztere horizontal.

## 2. Kapitel.

### Zimmerung in Strecken.

**12. Türstockszimmerung.** — Die Zimmerung in Strecken ohne darüber befindlichen Abbau besteht fast ausschließlich aus Türstöcken, bei welchen man ganze und halbe (einbeinige) Türstöcke unterscheidet.

Ein ganzer Türstock (ein Paar Türstöcke) besteht aus der Kappe und zwei Beinen, welche als Stützen der Kappe dienen. Bei dem halben Türstocke legt sich die Kappe mit einem Ende gegen das Gestein, während nur das andere Ende durch ein Bein unterstützt wird.

Die Beine werden außerdem Türstöcke, oder auch wohl Stempel genannt, was nicht zweckmäßig erscheint, denn im ersten Falle gebraucht man für das Ganze und für einen Teil, im andern Falle für zwei durch Zweck und Lage ganz verschiedene Hölzer (19) denselben Ausdruck. Je nach der Art, in welcher Kappe und Beine verbunden werden, unterscheidet man polnische, schwedische und deutsche Türstöcke.

**13. Polnische Türstockszimmerung.** — Bei den polnischen Türstöcken (Fig. 462) bleibt die Kappe rund, während die Beine am oberen Ende ausgeschart<sup>1)</sup> sind. Da indes bei Seitendruck die Beine leicht umgeworfen werden, so schlägt man dicht unter der Kappe noch einen Pfahl ein.

Diese Verbindungsart ist allerdings die einfachste und kann auch von ungeübten Arbeitern hergestellt werden, sie eignet sich aber nur für solche Fälle, wo lediglich Firsendruck abzuhalten ist, und wird deshalb z. B. am Harz nur in den Abbauen angewendet. Die Kappe heißt dort Unterzug, die Beine werden mit »Bolzen« bezeichnet.

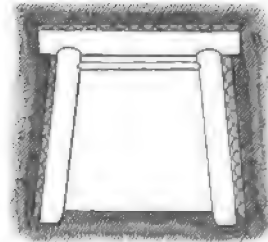


Fig. 462. Polnischer Türstock.

**14. Schwedische Türstockszimmerung.**

— Bei den schwedischen Türstöcken geschieht die Verbindung zwischen Kappe und Beinen mit einfachem schrägem Schnitte (Fig. 463), wie solche der Tischler macht, nur daß der Schnitt bei Rundholz nicht vorgezeichnet werden kann, sondern durch Abloten von dem Winkelmaße, sowie durch Einstecken von Messern (Scherpern oder Tscherpren) in die markierten Punkte und in der Richtung des Sägeschnittes gefunden werden muß.

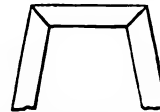
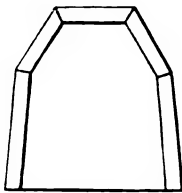
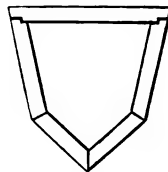


Fig. 463. Schwedischer Türstock.

Fig. 464.  
Gebrochene schwedische Zimmerung.Fig. 465.  
Sparrenkappe.Fig. 466.  
Deutscher Türstock für Firsendruck.

Auch bei der Verzimmerung von Maschinenräumen und dergleichen wird die schwedische Zimmerung vielfach angewendet und zwar in der

1. Unter »Schar« oder »Ausscharen« versteht man diejenige Zurichtung eines Holzendes, bei welcher dasselbe entweder mit der Axt ausgerundet, oder mit zwei schrägen Sägenschnitten (Fig. 467) so vertieft ist, daß zwei »Ohren« stehen bleiben, welche ein seitliches Abschieben des zu tragenden Holzes verhüten sollen. Da dieses im letzteren Falle nur an zwei Punkten aufliegt, und das Bein bei starkem Drucke gespalten werden kann, so zieht man bei wichtiger Zimmerung z. B. bei Schachtstempeln und wenn das Holz stark genug ist, das Ausscharen mit der Axt vor.



Fig. 467. Schar.

Regel mit gebrochenen Beinen, um den oberen Teil der Räume zusammenziehen zu können (Fig. 464). Ferner bei quellender Sohle in Form von sogenannten Sparrenkappen (Fig. 465), während die obere, die eigentliche Kappe, nach Art der deutschen Türstöcke hergerichtet ist.

**15. Deutsche Türstockszimmerung.** — Bei den deutschen Türstöcken kommen zweierlei Verbindungen vor. Die gewöhnlich angewendete ist durch Fig. 468 dargestellt und für Firstendruck von oben bestimmt.



Fig. 468.  
Deutscher Türstock für Seitendruck.

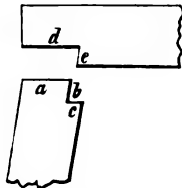


Fig. 470. Deutscher Türstock.

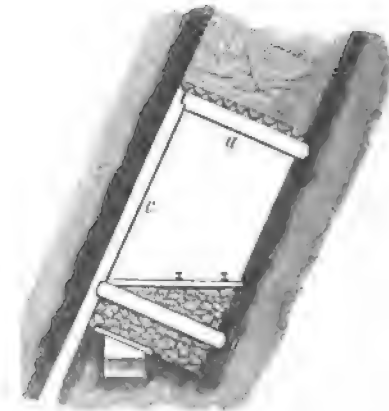


Fig. 469. Verzimmerung in westfälischen Flötzen.

Bei stärkerem Seitendrucke wird die in Fig. 468 bezeichnete Verbindung angewendet, so besonders häufig in den Abbauen westfälischer Flötze (Fig. 469), wo allerdings die Kappe *a* die Dienste eines Stempels (19) leistet und deshalb auch als Firstenstempel, zum Unterschiede von dem Bahnstempel *b* bezeichnet wird. Bei großer Höhe tritt auch wohl noch ein Mittelstempel hinzu. Bei festem Hangenden steht der Firstenstempel vor dem Gesteine, im andern Falle kommt das Schalholz oder Rückholz *c* hinzu. Bei flachem Einfallen nähert sich das letztere der Kappe und der Stempel dem Beine, das Ganze erhält also wieder die Form eines deutschen Türstockes.

In Fig. 470 heißen *a* und *d* Blatt, *b* das Gesicht, *c* und *e* Eingeschnittenes oder Eingeschneide.

Die Beine bekommen unter gewöhnlichen Umständen einen Überhang von 13 cm auf 1 m Länge, bei quellendem Nebengesteine steigt derselbe bis 30 cm. Bei schwimmendem Gebirge, wo eine der Kappe entsprechende Quergrundsohle hinzukommt, sodaß das Ganze einen geschlossenen viereckigen Rahmen bildet, stehen die Beine senkrecht.

**16. Verziehen der Felder und Verbindung der Türstöcke unter sich.** — Die Räume zwischen den Türstöcken heißen Felder. Dieselben werden

mit Ausladeholz (Verzug-, Verzieh-, Füllholz u. s. w.) verwahrt, welches aus runden und geschnittenen Pfählen, Schwarten, Randbrettern u. s. w., bei schwimmendem Gebirge aus gehobelten oder gefugten Pfosten oder Bohlen besteht.

Etwaige Hohlräume hinter und über dem Füllholze müssen mit Bergen (nicht mit altem Holze) dicht verfüllt werden.

In Zaukeroda hat man mit gutem Erfolge in druckhaften Strecken eine Zimmerung mit undichtem Verziehen der Seitenfelder eingeführt, nur die Firste ist dicht verzogen, um das Herabfallen größerer Lasten zu verhüten. Die Seitenfelder läßt man auch vielfach ganz ohne Verzug und entfernt rechtzeitig die von der plastischen Hauptmasse sich losziehenden Schollen.

Sind die Wangen (Ulmen) zu gebräch, um ein völliges Weglassen des Verzuges zu gestatten, so ist nach den am Königl. Sächs. Steinkohlenwerke Zaukeroda gesammelten Erfahrungen die beste Verzimmerung eine zaunähnliche. Hinter den als Zaunsäulen zu betrachtenden Türstöcken werden zwei, an den Enden übereinandergreifende horizontale Querriegel, hinter diesen die den Zaunpfählen entsprechenden 1 bis 1,15 m langen Schwartenstücke eingebracht und wenn nötig mit Bergewänden hinterfüllt. Die Entfernung der Querriegel von einander beträgt 0,7 bis 0,8 m<sup>1)</sup>.

Bricht eine Last zwischen zwei Türstöcken durch, so können dieselben umgeworfen werden, in welchem Falle ein Bruch große Dimensionen anzunehmen vermag. Deshalb müssen die Türstöcke, wenn nicht jede einzelne Kappe einen sicheren Halt im Gesteine findet, unter sich zu einem festen Ganzen verbunden werden, am besten durch runde Pfähle, denen man die scharfen Kanten genommen hat, und welche so zwischen den Türstöcken eingetrieben werden, daß sie mit jedem Ende zur Hälfte die Kappe und zur Hälfte das Bein fassen. Zu ihrer Aufnahme wird an einem Ende mit der Axt eine Vertiefung, am andern Ende eine »Einfuhr« gehauen.

**17. Herstellen der Türstöcke.** — Bei schwachem Holze und mildem Gebirge, welches da, wo es im Wege sein sollte, leicht entfernt werden kann, schneidet man die Türstöcke über Tage und zwar nach einem bestimmten Maße. Damit ist allerdings gewöhnlich der Übelstand verbunden, daß die Zimmerung unregelmäßig wird. Bei starkem Holze und da, wo man Wert darauf legt, daß Beine und Kappen aller Türstöcke in derselben Fluchtlinie liegen, auch an ihren Verbindungslinien genau schließen, muß jedes Bein und jede Kappe an Ort und Stelle abgenommen und geschnitten werden.

Man richtet dabei sein Augenmerk zunächst auf die Brüste oder Bühnlöcher, in welche die Beine gestellt werden sollen, sowie darauf,

1) Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1894, S. 82.



ob man für notwendige Holzstärke Platz genug hat, indem man ein Maß, welches das Vorderholz des Beines bezeichnet, mit den bereits vorhandenen Türstöcken einvisiert. Ist die Brust fest, dann bearbeitet man sie in der Weise, daß sie nach hinten abfällt, sodaß das Bein etwas »Hinterholz« (Überschnittenes) bekommt und nunmehr, sobald die Kappe nicht nach oben ausweichen kann, durch Seitendruck nicht herausgeschoben zu werden vermag. Bei mildem Gesteine muß die Brust eine genügende Tiefe erhalten. Ist dieselbe aber in lettigen Massen herzustellen und kommt man auf kein festes Gestein, so schlägt man ein kurzes Stück Rundholz ein, oder man legt eine Grundsohle (Grundschwelle) und stellt darauf die Beine. Hat man ein einzelnes Paar Türstöcke auszuwechseln, oder neu zu stellen, so wird man stets Quergrundsohlen anwenden müssen, während man sich beim Auswechseln einer ganzen Reihe von Beinen auch wohl der Längsgrundsohlen bedient.

Anstatt der letzteren kann man bei starkem Sohlendrucke und wichtigen Strecken (Füllörtern u. s. w.) auch ein Gewölbe von keilförmig bearbeiteten Längsbalken (Fig. 471) anwenden.

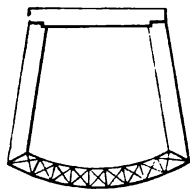


Fig. 471. Türstocks-zimmerung für Sohlendruck.

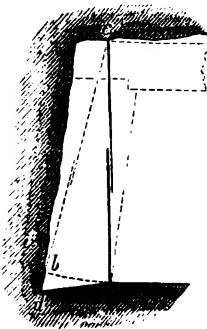


Fig. 472. Abnehmen der Türstocksbeine.

Beim Ermitteln des Hinterholzes wird zunächst das Sperrmaß zwischen dem vorderen Rande der Brust *a* (Fig. 472) und demjenigen Punkte *c* in der Firste, welcher von der verlängerten Mittelachse des Beines

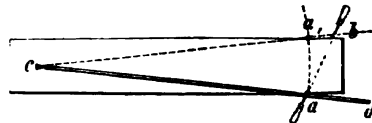


Fig. 473. Schneiden der Türstocksbeine

geschnitten werden wird, ausgespannt, darauf das festgehaltene Maß mit dem unteren Ende nach dem hinteren Rande der Brust hinbewegt, und der Abstand derselben vom Maße  $= bd$  durch Anhalten eines Maßstabes ermittelt.

Das Anschneiden des Hinterholzes geschieht in folgender Weise: An dem horizontal gelegten und mit Klammern befestigten, zum Bein bestimmten Holze macht man an einer Seite, und zwar nahe dem einen Ende, ein Zeichen *a* (Fig. 472) und schlägt auf die Mitte des Holzes, etwa bei *c*, ein Messer ein. Die Mitte findet man durch Vorsetzen eines Maßstabes gegen jede Breitseite der Messerklinge und Anhalten einer Lotschnur, welche bei gleichen Abständen von der Messerklinge das Holz berühren muß.

Gegen die Schneide der Messerklinge setzt man sodann ein Maß  $cd$  und hängt an dasselbe die Lotschnur derart, daß sie den Punkt  $a$  berührt, darauf dreht man unter Festhalten der Lotschnur das Maß auf die andere Seite und macht dort, wo die Lotschnur das Holz berührt, das Zeichen  $a'$ . Von diesem Punkte trägt man sodann das abgemessene Hinterholz  $bd$  auf, schlägt in  $b$  und  $a$  Messerklingen in gleicher Richtung ein und setzt die Säge so an, daß sie bei senkrechter Stellung die Messerklingen deckt und demnächst trifft.

Hat die Brust außerdem auch Seitenholz, d. h. ist sie nicht allein nach hinten, sondern auch nach einer Seite hin geneigt, was indes bei nicht zu festem Gestein durch Wegstufen zu vermeiden ist, so setzt man die Säge zuerst senkrecht an und schneidet ein Zeichen ein, sodann setzt man die Säge um das halbe Seitenholz weiter rechts oder links ein, je nachdem dieses auf die rechte oder linke Seite des Beines kommen muß, und richtet das Sägenblatt wiederum so, daß es die Messerklingen treffen muß. Ist der Schnitt vollführt, so legt man das Stück Holz so um, daß das Vorderholz, also der Punkt

$a$  (Fig. 474), obenauf zu liegen kommt. Sodann wird die Höhe des Beines ermittelt, indem man von zwei Holzstreifen den einen, wie vorher, nach dem Vorderholze des Beines, den andern nach dem unteren Holze der Kappe einvisieren läßt und da, wo das letztere Maß das erstere

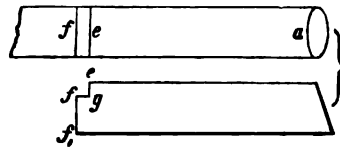


Fig. 474. Schneiden der Türstocksbeine.

kreuzt, in dieses ein Zeichen schneidet. Dieses Maß wird von dem Punkte  $a$  aus aufgetragen, bei  $e$  ein etwa 3 cm tiefer Einschnitt (das Eingeschnittene oder Eingeschneide) gemacht, 3 cm weiter, also bei  $f$ , das Holz vollständig abgeschritten und somit das Blatt  $ff'$  des Beines hergestellt. Der letztere Schnitt muß genau rechtwinklig zur Längsachse des Holzes geführt werden, weil sonst die Kappe Seitenholz bekommt und schwieriger anzufertigen ist. Nachdem man noch mit der Axt das Gesicht  $fg$  hergestellt hat, ist das Bein zum Aufstellen bereit.

Sind beide Beine in dieser Weise fertig gemacht, so werden sie an ihre Plätze gebracht, ihre Stellung durch Einvisieren und Abloten genau geprüft und durch vorgeschlagene Streben vorläufig festgestellt, sodaß man nunmehr zum Abnehmen und Herstellen der Kappe übergehen kann.

Zu dem Zwecke mißt man die Entfernung der beiden Gesichter  $f$  und  $f'$  (Fig. 475), schneidet das zur Kappe bestimmte Holz an den entsprechenden Stellen um die Höhe der Gesichter ein, sowie in der richtigen Gesamtlänge ab, legt alsdann das Holz auf die Seite und haut die Blätter an, welche nach allen Richtungen genau eben sein müssen.

Liegt das Blatt eines der Beine nach dem Aufstellen nicht in einer Horizontalebene, was durch ein aufgelegtes Maß  $ab$  (Fig. 476) zu prüfen ist, so muß das entsprechende Blatt nicht parallel der Längsachse des

Holzes, sondern so angehauen werden, daß es demnächst genau auf die Beine paßt.

Ist die Kappe aufgelegt, so wird der Türstock hinter den Beinen und über der Kappe gut verkeilt, wenn er nicht, wie es beim Auswechseln

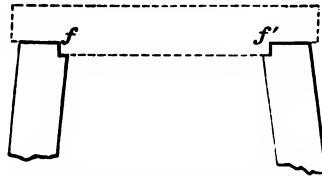


Fig. 475. Abnehmen der Kappe.

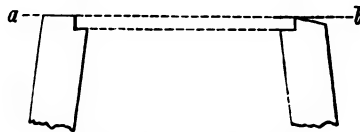


Fig. 476. Abnehmen der Kappe.

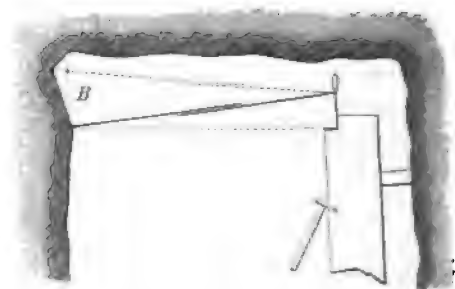


Fig. 477. Abnehmen der Kappe eines einbeinigen Türstockes.

eines alten Türstockes der Fall ist, schon überall am vorhandenen Füllholze anliegt.

Ist ein halber oder einbeiniger Türstock herzustellen, so ermittelt man nach richtiger Aufstellung des Beines die Lage des Bühnloches *B* für das eine Ende der Kappe und gibt demselben, eventuell durch Ausstufen mit Schlägel und Eisen, genügendes Hinterholz (bei 26 cm Holzstärke etwa 4 cm). Dann steckt man vor das Gesicht des Beines ein Messer ein (Fig. 477), markiert an demselben die Mitte der Kappenstärke, ermittelt ebenso, wie vorhin beschrieben wurde, das Überschnittene, und schneidet die Kappe, nachdem man deren untere Länge gleichfalls gemessen hat, ebenso wie vorhin das Bein mit Hinterholz. Etwaiges Seitenholz am Blatte oder im Bühnloche (was bei sorgfältiger Arbeit vermieden werden kann) muß beim Abnehmen und Schneiden der Kappe berücksichtigt werden.

### 3. Kapitel.

#### Zimmerung in Abbauen.

18. **Allgemeines.** — Die Zimmerung in den Abbauen hat den Zweck, das frei gewordene Hangende der Lagerstätten, sowie einzelne im Abbau begriffene Teile derselben zu stützen. Dies geschieht durch Stempelzimmerung, durch Unterzüge mit Bolzen (polnische Türstöcke, vergl. 13), halbe Türstöcke, einfache Bolzen, Streben u. s. w.

19. **Stempelzimmerung.** — Unter Stempel soll hier ausschließlich ein Stück Holz verstanden werden, welches ganz oder nahezu rechtwinklig zwischen Hangendem und Liegendem einer Lagerstätte eingetrieben ist. Bei flach liegenden Lagerstätten hat der Stempel lediglich den Druck des Hangenden aufzunehmen und steht rechtwinklig zu demselben, während bei steilerem Einfallen, in erster Linie bei Gängen, auch häufig dem Niedergehen des hangenden Nebengesteins entgegenzutreten ist. Im letzteren Falle muß der Stempel an der oberen Kante einen Winkel von  $95^\circ$  bis  $100^\circ$  mit dem Hangenden einschließen ( $5^\circ$  bis  $10^\circ$  »Strebe« bekommen). Wollte man ihn genau rechtwinklig stellen, so würde er schon bei geringer Senkung des Hangenden locker werden, während er bei  $5^\circ$  bis  $10^\circ$  Strebe erst in die rechtwinklige Lage hineingebracht, dabei aber nur noch fester und widerstandsfähiger gemacht werden wird.

Da im Flötzgebirge die Lagerstätten häufig flach liegen und die Stempel in solchen Fällen eine senkrechte Stellung bekommen, so hat man sich vielfach daran gewöhnt, jedes senkrecht stehende Holz »Stempel« zu nennen, während dafür beim Gangbergbau, sobald das Holz nicht zwischen Hangendem und Liegendem steht, der Ausdruck »Bolzen« gebraucht wird.

Am Stempel selbst unterscheidet man Kopf und Fuß. Der Stempel ist barfuß, wenn er direkt im festen Gesteine und zwar in einem Bühnloche steht. Diejenige Stelle des Hangenden, an welcher der Stempel mit seinem Kopfe anliegt, heißt der Anfall oder das Kopfgeschick. Muß wegen Flüchtigkeit des Hangenden ein Stück Holz angelegt werden, so wird dasselbe Anpfahl genannt.

Die einfachste Form des Stempels kommt bei söhligen Flötzen vor. Ein Stück Holz, welches der Mächtigkeit des Flötzes entspricht, wird in ein Bühnloch am Liegenden eingesetzt und in rechtwinkliger Stellung am Hangenden eingetrieben. Damit der Stempel dabei besser zieht, legt man ein Stück Brett, einen »Anpfahl«, unter das Hangende.

Hat man ein Hereinbrechen des Hangenden zwischen den Stempeln zu befürchten, so sind die Anpfähle aus Halbholz oder schwachem Rundholze zu fertigen, welches als Kappe oder Unterzug dient (Rückholz oder Schalholz in Westfalen, siehe 15). Über, bzw. hinter den Anpfählen wird mit Pfählen, Schwarten u. s. w. ausgeladen (verzogen).

Eine besondere Art der Stempelzimmerung wird bei dem Abbau der bis 9,5 m mächtigen oberschlesischen Flötze angewendet. Um nämlich nach vollendetem Abbau eines schwebenden Abschnittes zu verhüten, daß das hereinbrechende Hangende in die Abbaustrecke rollt, die noch abzubauenen Abschnitte zu sehr zerdrückt und ferner, damit sich der alte Mann nicht gegen den Stoß der Abschnitte legt, wodurch demnächst die Kohlen verunreinigt werden würden, setzt man Reihen von Stempeln, Orgeln genannt, den Kohlenstoß entlang dicht nebeneinander, in der Abbaustrecke aber mit etwas Zwischenraum, um den Arbeitern beim Rauben der Zimmerung (20) das Durchschlüpfen zu ermöglichen.

Damit die Orgeln durch den alten Mann nicht in die Strecke hineingedrückt werden, muß man sie durch Versatzungen verstärken, zu welchem Zwecke man eine bis vier Strebekappen *c* (Fig. 478) vor den Orgeln *a* anbringt und dieselben durch die Versatzungsbolzen *e* voneinander, sowie durch die Streben *d* gegen Firste und Sohle absteift. Vor die Strebekappen setzt man zwei ins Hangende und ins Liegende eingebühnte Vorstempel *f*, welche unter Umständen wiederum durch Strebekappen und Streben, ebenso wie die Orgeln verstärkt werden können.

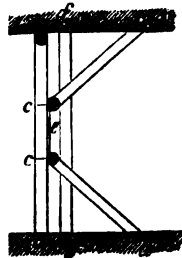


Fig. 478. Versatzung.

**20. Rauben der Zimmerung.** — Eine wichtige Arbeit, besonders bei mächtigen Flötzen, ist das Rauben der Zimmerung, d. h. das Herausnehmen der Stempel nach beendetem Abbau eines Abschnittes.

Das Rauben geschieht in der Nachtschicht, damit die Arbeiter nicht durch anderweitiges Geräusch gestört werden. Die ersten (hintersten) Stempel kann man gewöhnlich dadurch gewinnen, daß man ihnen am Fuße Luft macht und sie vorsichtig wegschlägt. Haben die Stempel aber mehr Druck angenommen, so werden sie unten eingehauen und von der Versatzung aus mit umgeschlagenen Seilen oder mit Raubhaken herausgezogen. Die Arbeit ist gefährlich, sie muß deshalb stets unter Aufsicht sowie mit Vorsicht und Aufmerksamkeit ausgeführt werden.

Von dem Obersteiger J. Kirschnik zu Concordiagrube bei Zabrze O. S. ist eine »Raubspindel« hergestellt, welche es in sehr einfacher Weise ermöglicht, die Stempel aus den Pfeilerabschnitten ohne Gefährdung der Arbeiter herauszuholen. Das Verfahren besteht darin, daß um den Fuß der einzelnen Stempel ein Seil gelegt und dieses mit einer Schraubenspindel verbunden wird, deren Mutter an sicherer Stelle zwischen der Zimmerung verlagert ist. Durch Andrehen der Mutter kann man die Stempel, auch wenn sie schon stark unter Druck stehen, ohne großen Kraftaufwand umreißen und herausziehen<sup>1)</sup>.

Die Anwendung gußeiserner Stempel mit kreuzförmigem Querschnitte<sup>2)</sup>, oder beweglicher Stempel, Schraubentiefel, *boisage mobile vis-bottes*<sup>3)</sup>, hat sich bis jetzt nicht bewährt. Haben die Stempel Druck aufgenommen, so ist es sehr schwierig, sie zu lösen, oft muß man sie ganz verloren geben.

An Stelle der Stempel wendet man vielfach Holzstöße (Holzpfeiler an, welche aus geraubten Stempeln in kreuzweis übereinander gelegten Reihen (Schränke oder Schragen) bestehen, oder man legt viereckige

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 214.

2) Ebenda 1856, Bd. 3, S. 59.

3) Ebenda 1860, Bd. 8, S. 120. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864, S. 72. — Bulletin de la société de l'industrie minérale, t. XIII, S. 544. — Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingen. Bd. 14, S. 45. — Preuß. Zeitschr. 1866, Bd. 14, S. 82.

durch Überblattung verbundene Rahmen übereinander und verfüllt den inneren Raum mit Bergen.

Diese Art der Unterstützung wird u. a. in England<sup>1)</sup> bei mangelndem Bergeversatz im Strebau, außerdem aber auch in den sehr hohen Abbauen der Steinsalzbergwerke von Wieliczka, Berchtesgaden<sup>2)</sup> und im Salzkammergute<sup>3)</sup> angewendet.

Auch in Saarbrücker Gruben verwendet man solche Stöße aus Buchenholz, wenn an wichtigen Strecken oder Bremsbergen reine Bergemauern nicht aufgeführt werden können. Dabei hat sich ergeben, daß sich Buchenscheitholz besser bewährte, als Rundholz, weil jenes dem Gebirgsdruck besser widerstand und auch billiger war, als dieses.

**21. Firsten- oder Strossenkasten.** — Eine fernere wichtige Verwendung der Stempelzimmerung findet beim Firsten- und Strossenbau in Form von Firstenkasten bzw. Strossenkasten statt. Dieselben sollen nicht allein das Hangende abstreben, sondern auch als Fundament für die darauf zu bringenden Füllberge dienen.

Die ersten Stempel sowohl eines Firsten- als Strossenkastens werden von oben eingelegt, können also bei gutem Hangenden und Liegenden vor festem Gesteine liegen. Derartige Stempel werden Vorbau- oder Hauptstempel genannt. Sie werden von starkem Holze gefertigt, in Entfernungen von etwa 2 m gelegt und mit Zulegeholz bedeckt, auf welches demnächst die Füllberge gepackt werden. Da die Last der letzteren allmählich größer und die Haltbarkeit der Hauptstempel, sowie der Zulegehölzer gleichzeitig geringer wird, so bringt man zwischen die Hauptstempel zu geeigneter Zeit Einstrich- oder Hilfsstempel von schwächerem Holze ein, welche aber nicht mehr von oben eingelegt werden können, sondern mit Hilfe eines am Kopfende eingetriebenen Keiles *K* (Fig. 479) zu befestigen sind.

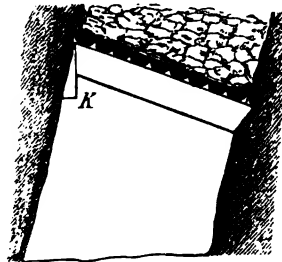


Fig. 479. Hilfsstempel.

Die Herstellung dieser Art Stempel geschieht in der Weise, daß man nach Vollendung des Bühnloches am Liegenden und des Anfalles am Hangenden zunächst die untere Länge, sodann von der Mitte des Bühnloches und derjenigen des Anfalles aus das Überschnittene (das Lange, das Holz) für beide Enden ermittelt und den Stempel in bereits beschriebener Weise schneidet (vergl. 17 und 28).

Bei Hilfsstempeln bricht man am Kopfe von der gemessenen unteren Länge ca. 8 m ab, legt aber, nachdem man nunmehr das Überschnittene

1) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 6, S. 89; 1862, Bd. 10, S. 31 u. 36.

2) Ebenda 1857, Bd. 4, S. 82.

3) Ebenda 1855, Bd. 2, S. 29.

aufgetragen hat, etwa die Hälfte, also 4 cm, an der oberen Länge wiederum zu. Nachdem der Stempel in seine Lage gebracht und durch ein untergeschlagenes Pfostenstück vorläufig befestigt ist, bleibt am Kopfe der Raum für den Keil übrig, den man nunmehr herstellen und eintreiben kann. Am oberen Holze werden die Stempel etwas beschlagen, damit sie an dem Verzugholze überall gut anliegen.

Die Stempelzimmerung ist für diesen Fall deshalb zu empfehlen, weil man dabei die Strossenstöße, bezw. die Deckelstöße beim Firstenbau, oder die Sohle der Feldortrecken, ungehindert abbauen kann, was bei einem Ausbau, welcher, wie z. B. Thürstockszimmerung, von der Sohle aus gestützt werden muß, nur durch umständliches und schwieriges Abfangen möglich ist.

#### 4. Kapitel.

##### Zimmerung in Schächten bei festem Gebirge.

**22. Allgemeines.** — Die Zimmerung in Schächten soll den Druck der Schachtstöße aufnehmen, sie muß also im wesentlichen aus viereckigen Rahmen bestehen, welche je nach Bedürfnis eine Verstärkung erhalten.

Da die gewöhnliche Form des für hölzernen Ausbau bestimmten Querschnittes eine länglich viereckige ist, derart, daß die langen Stöße parallel zum Hangenden und Liegenden sind, so bestehen die Rahmen oder Gevierte ebenfalls aus zwei langen Hölzern, den Jöchern (langen Jöchern, und aus zwei kurzen, den Pfändungen oder Haupthölzern (Heithölzer, kurze Jöcher, Kappen).

Liegen die Gevierte unmittelbar aufeinander, so hat man Schrot- oder ganze Schrotzimmerung.

Da dieselbe sehr viel Holz erfordert, so wird sie nur bei starkem Drucke angewendet. Meistens genügt die Bolzenschrotzimmerung, bei welcher die Gevierte je nach der Festigkeit des Gesteines mindestens 1 m auseinander liegen und durch Bolzen in den vier Ecken sowie in der Mitte der Jöcher voneinander abgestrebt werden.

Die Schachtzimmerung beginnt über Tage mit dem Legen von zwei Paar sich rechtwinklig kreuzenden »Rüsthäusern«, deren Enden die Schachtstöße überragen und mit Bergen verstützt werden. Häufig bilden sie auch das Fundament für das Seilscheibengerüst.

Durch die Rüsthäuser wird zugleich die Größe der Schachtscheibe und das Streichen der Stöße sorgfältig und genau festgestellt, sie bilden somit das erste Schachtgeviert, nach welchem sich die folgenden Gevierte zu richten haben.

**23. Schrotzimmerung.** — Die Verbindung der Pfändungen oder Haupthölzer mit den Jöchern geschieht bei der ganzen Schrotzimmerung durch einfache Überblattung. Beim Abteufen des Schachtes legt man in einer von der Festigkeit des Gesteines abhängigen Entfernung vom untersten Gevierte, z. B. 3 m tiefer, die beiden Jöcher so ein, daß sie an den Enden sichere und feste Auflage haben. Sodann schneidet man sie an den Stellen, wo die Haupthölzer hinkommen sollen, zur Hälfte ein, spaltet das Holz heraus, mißt die lichte Länge der Haupthölzer ab, stellt auch an ihnen durch Einschneiden bis zur Hälfte und durch Ausspalten die Blätter her, und legt sie auf die Jöcher.

Auf dieses erste, das sogenannte Traggeviert, legt man die übrigen Gevierte, bei denen indes die Jöcher keine feste Auflage zu haben brauchen, bis man den Anschluß an das oberste Traggeviert erreicht.

**24. Bolzenschrotzimmerung.** — Bei der Bolzenschrotzimmerung läßt man es beim Traggevierte der ganzen Schrotzimmerung bewenden und verzieht die offen gebliebenen Felder mit Pfählen, Schwarten, Halbholz etc., welche entweder auf der Mitte des Holzes wechseln, oder hinter dem Gevierte übereinander greifen. Unter allen Umständen soll das Verzugholz unmittelbar am Gevierte anliegen, um den Feldern eine gleichmäßige Oberfläche zu geben. Damit des Verzugholz nicht wegfallen kann, muß es von hinten verkeilt werden. Auch sind alle etwa verbliebenen Hohlräume dicht mit Bergen zu verfüllen.

Auch bei der Bolzenschrotzimmerung verbindet man Pfändungen und Jöcher vielfach in der eben geschilderten Weise. Weil dabei aber das Holz schwächt wird, so zieht man bei starkem Drucke gegen die Längsachse der Pfändungen, ganz besonders aber bei tonnlägigen, im Ganggesteine niedergebrachten Schächten eine Verbindung vor, bei welcher die Pfändungen auf beiden Seiten Überschnittenes bekommen, also wie Stempel in Keilform hergestellt werden, während man an den Jöchern entsprechende, nach unten konvergierende Flächen anbringt (Fig. 480).

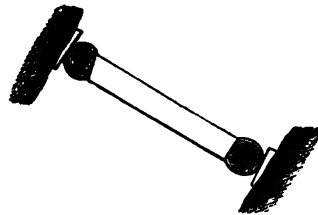


Fig. 480. Jöcher mit Pfändung.

**25. Brechen der Jöcher.** — Bei druckhaften, tonnlägigen Schächten mit länglichem Querschnitte und besonders bei Reparaturen ist es nicht möglich, die Jöcher in ganzer Länge unter den Schachtscheidern (Wandruten mit Stempeln) wegzubekommen. Man muß die Jöcher deshalb in solchem Falle häufig »brechen«, was an einer Stelle erfolgt, wo später ein durch Wandruten und Stempel (Einstrich) gebildeter Schachtscheider hinkommt.

Das Brechen selbst geschieht in der Weise, daß man das Joch von



oben und unten an zwei etwa 30 cm entfernten Punkten einschneidet und durchbricht.

Übrigens sind gebrochene Jöcher möglichst zu vermeiden und wo es irgend angeht, solche in voller Länge (ganze Jöcher) anzuwenden, indem man da, wo es der Gebirgsdruck erlaubt, Wandruten und Schachtscheider im unteren Teile der neuen Zimmerung fortläßt und die Jöcher vorläufig verstrebt, was allerdings unter Umständen neue Gefahren mit sich bringen kann.

**26. Legen der Gevierte.** — Beim Legen eines Geviertes verfährt man in folgender Weise:

Zunächst schlägt man etwa 50 cm unter der für das Geviert bestimmten Stelle mehrere starke Pfähle zwischen Hangendem und Liegendem fest ein, legt auf die Pfähle lange Pfosten, sowie quer über dieselben Schwartenstücke, welche demnächst zum Verziehen gebraucht werden sollen und deshalb gleich in richtiger Länge geschnitten sind.

Sodann stellt man in den kurzen Stößen mit Schlägel und Eisen Bühnlöcher her, deren Flächen nach unten konvergieren, läßt außerdem etwas Auflagefläche und treibt die nach Art der Stempel vorgenommenen und hergestellten Jöcher ein. Damit die Jöcher nicht nach hinten ausweichen können, werden Keile dahinter eingesteckt, nachdem man vorher mittels Stoßsäge und Axt an den Enden der Jöcher Bühnlöcher für die Pfändungen hergestellt hat. Diese werden ebenfalls nach Art der Stempel hergestellt und eingetrieben.

Nachdem man schließlich die Felder verzogen und die Bolzen eingetrieben hat, wird mit der Entfernung des Gebrückes die Arbeit beendet.

Bei großer Weite der Felder und druckhaftem Gesteine verzieht man in stärkerer Weise, indem man hinter den Jöchern schwaches Rundholz (Aufgeher) in etwa 1 m Entfernung eintreibt (Fenster herstellt), und hinter diesen Aufgehern mit horizontalen Pfählen u. s. w. verzieht.

Über die Kontrolle der Schachtzimmerung in Bezug auf richtige Lage durch Abloten vergleiche III, 17.

**27. Das Einbringen der Wandruten.** — Zur Verstärkung der Gevierte bringt man, wenn es der Gebirgsdruck erfordert, in den vier Ecken, sowie auf der Mitte der Jöcher, also event. vor dem Bruche derselben, Wandruten an, welche durch Stempel (Schachtstempel) auseinander gehalten werden.

Zunächst schlägt man im Schachte ein Gebrück zum vorläufigen Aufstellen der Wandruten, mißt die Länge der letzteren zwischen Gebrück und der unteren Fläche der oberen Wandrute, schneidet sie über Tage in richtiger Länge ab und bringt sie mittels Förderseil an Ort und Stelle. In tonnlägigen Schächten setzt man erst die liegende, dann die hangende Wandrute, schlägt zwischen die oberen Enden beider eine Strebe ein und treibt sodann die Wandruten mit Keilen fest unter die oberen, bereits eingebauten.

**28. Das Verstempeln.** — Sodann erfolgt das Verstempeln, wobei zunächst zu bemerken ist, daß man unterscheidet: Bruststempel und Zapfenstempel, Strebstempel, Lagerstempel.

Bruststempel sind diejenigen, welche zwischen die unteren Enden der Wandruten und zwar so eingetrieben werden, daß sie die hangende Wandrute mit Schar umfassen, während sie an der liegenden gerade abgeschnitten sind, und vor einer dort angebrachten »Brust«, d. h. einer geraden Fläche *cd* stehen (Fig. 481). Erhalten die Stempel am Liegenden einen Zapfen, der in ein entsprechendes Zapfenloch paßt, so nennt man sie Zapfenstempel.

Die Bruststempel bekommen an der hangenden Wandrute eine »Strebe« von etwa 65 cm über der horizontalen Lage.

Strebstempel sind solche Stempel, welche aufwärts gerichtet sind, Lagerstempel solche, welche horizontal liegen.

In Richtschächten, in denen man lediglich die langen Schachtstöße von einander abzustreben hat, wendet man entweder nur horizontale Einstriche, wie meistens beim Flötzbergbau, oder nur Strebstempel (Fig. 481) an, wie in der Regel beim Gangbergbau. Im letzteren Falle steht jeder Stempel mit dem Fuße auf dem Kopfe des nächst unteren, ebenso bei tonnlägigen Schächten, in denen Strebstempel und Lagerstempel abwechseln.

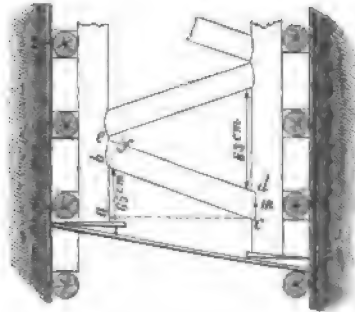


Fig. 481. Verstempeln der Wandruten.

Hat man dagegen einem Sinken des hangenden Nebengesteines entgegen zu treten, wie es häufig der Fall ist, wenn sich in der Tiefe alte Abbaue befinden, so werden wiederum lediglich Strebstempel und zwar als Bruststempel angewendet. Dieselben müssen aber in diesem Falle unter sich parallel sein. Beim Setzen des Hangenden werden die Stempel erst der rechtwinkligen Lage näher gebracht und dadurch noch mehr befestigt. Damit sie im Anfange nicht nach oben ausweichen können, schlägt man einen kurzen dicken eisernen Stift, einen sogenannten Vorschlag, dicht über dem Kopfe des Stempels in die Wandrute ein.

Bei druckhaftem Gebirge bringt man Tragstempel ein, welche mit beiden Enden im festen Gesteine liegen, und auf welche die Wandruten gesetzt werden. Sollte an einer Stelle ein Schachtbruch entstehen, so kann sich derselbe nur bis zu dem nächst oberen Tragstempel fortpflanzen. Im Zickzack gelegte Streb- und Lagerstempel erhalten an beiden Enden Schar.

Das Abnehmen der Bruststempel geschieht auf folgende Weise: Man überträgt den unteren Punkt *c* (Fig. 481) der Brust an der liegenden Wandrute durch ein horizontal gehaltenes Maß auf die andere Wandrute,

mißt an  $ab = 65$  cm ab und trägt von  $b$  aus die Holzstärke  $be$  auf. Alsdann setzt man ein Sperrmaß in die Mitte von  $cd$ , also in  $m$ , hält dasselbe genau auf  $b$ , beschreibt um  $m$  den Bogen  $bf$  und mißt mit dem Maßstocke das Überschnittene  $ef$ . Hat man darauf noch die untere Länge  $bc$  und die obere  $de$  abgenommen, so kann man zur Herstellung des Stempels schreiten.

Zu dem Zwecke wird das für den Stempel bestimmte Stück Holz horizontal auf die »Werkstelle« gebracht, mit Klammern befestigt und dann der Anpfahl mit dem richtigen Holze oder Überschnittenen, sowie mit Schar, mittels der Axt angehauen. Die Schar muß der Rundung der Wandrute entsprechend kreisrund ausgehauen werden, auch sollen die »Ohren« der Schar gleich lang sein. Vergl. S. 533 Anm. 1.

Während das Holz noch in seiner Lage bleibt, trägt man zunächst die untere Länge  $bc$  auf demselben ab und dreht es alsdann so weit herum, daß sich das oben angeschnittene Zeichen an der Seite befindet und von einer angehaltenen Lotschnur berührt wird. Hat man alsdann auf der andern Seite von der Schar aus auch die obere Länge  $de$  aufgetragen, so steckt man in die eingeschnittenen Zeichen die Messer (Scherper) ein, setzt die Säge senkrecht und zwar so an, daß sie die Messerklingen treffen muß und schneidet die Stempel ab.

Sollte die Brust, was möglichst zu vermeiden ist, Seitenholz haben, d. h. nicht rechtwinklig zur Längsachse des Stempels liegen, so setzt man die Säge zuerst auch senkrecht über der Messerklinge an, macht an der betreffenden Stelle ein Zeichen und beginnt alsdann den Schnitt um das halbe Seitenholz, je nach der Lage desselben, rechts oder links von dem Zeichen, wobei aber immer die Messerklingen getroffen werden müssen.

Die Stempel, welche auf beiden Seiten Schar haben, werden in gleicher Weise abgenommen. Ist die Schar an einem Ende angehauen, so wird die untere und obere Länge aufgetragen und die zweite Schar ebenfalls angehauen oder (bei schwachem Holze) angeschnitten. Im letzteren Falle setzt man die Säge um die Länge eines Ohres seitwärts an und schneidet in schräger Richtung bis zu den eingesteckten Messerklingen, alsdann dreht man den Stempel auf die andere Seite und vollführt denselben Schnitt.

Die Stempel werden am Seile an Ort und Stelle gebracht und mit dem Großfäustel fest eingetrieben.

#### 29. Verzimmerung in flachen Schächten.

— In flachen Schächten und Bremsbergen werden die hangenden Jöcher zu Kappen, bei festem Liegenden fällt auch das Joch fort, so daß man schließlich den Übergang zur Türstockszimmerung hat. Sind

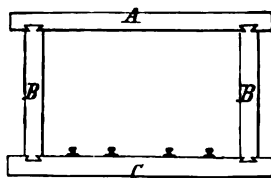


Fig. 482. Verzimmerung in flachen Schächten.

in solchem Falle Hangendes und Liegendes fest, so genügen mehrere Reihen Stempel.

Die Verbindung der einzelnen Hölzer geschieht in Westfalen häufig durch schwalbenschwanzförmige Zapfen (Fig. 482); *A* Kappe, *B* Stoßholz, *C* Grundsohle oder Kappe am Liegenden.

**30. Reifenschächte.** — Kleine, rund abgeteufte Schächte von 1 m Durchmesser werden bei geringem Gebirgsdrucke im Nassauischen, in der Rheinprovinz, in Hessen und in Schlesien mit Reifen von Rothbuchenstämmchen von 5 bis 10 m Länge und 20 bis 26 mm Stärke eingebaut. Die Reifen werden mit dem dicken Ende nach unten gegen die Schachtwände spiralg angelegt. Gewöhnlich wird ein Reifenschacht in etwa 5 bis 6 Wochen bis zu 30 m Teufe niedergebracht und kostet für 1 m einschl. Reifen etwa 5 bis 8  $\mathcal{M}$ <sup>1)</sup>.

## 5. Kapitel.

### Getriebezimmerung.

#### a. Getriebearbeit in Strecken.

**31. Türstockgetriebe.** — Die Getriebezimmerung (Abtreibearbeit) wird in rolligem und schwimmendem Gebirge, in Strecken, Abbauen und Schächten angewendet. Die dabei zu befolgenden Regeln sind in allen Fällen der Hauptsache nach gleich und sollen durch die Beschreibung eines Türstockgetriebes näher erörtert werden.

Die Getriebezimmerung besteht darin, daß Pfähle oder Abtreibe-(Getriebe-)Pfähle in die Massen vorausgetrieben werden, während die eigentliche Zimmerung nachfolgt.

Das einfachste Getriebe ist dasjenige in rolligen Massen, welche nur in der Firste vorkommen, während Wange und Sohle fest sind — Firstengetriebe. Andernfalls treten, wie beim Schwimmsande, Seiten- und Sohlengetriebe hinzu.

Als Getriebepfähle verwendet man in rolligen Massen runde, fichtene Pfähle, deren starkes Ende zugespitzt und vorausgesteckt wird. Bei großem Drucke benutzt man Halbholz. Den schwachen Enden, welche demnächst geschlagen werden müssen, nimmt man die scharfen Kanten, oder legt auch wohl bei wichtigen Getrieben einen eisernen Ring um, wodurch ein zu frühes Aufspalten verhütet wird.

In schwimmendem Gebirge bestehen die Pfähle aus geschnittenem, besäumtem, mitunter sogar behobeltem Holze (Bretter und Pfosten), damit sie überall dicht abschließen. Die Eckpfähle sind aus demselben Grunde mit schrägem Schnitte zusammengepaßt.

1) Aug. Jaeger a. a. O. S. 10.

Eiserne Pfähle<sup>1)</sup> sind in Tarnowitz zur Vollendung eines Durchschlages benutzt. Dieselben waren 10 mm stark, 26 cm breit und 150 cm lang.

Die Abtreibearbeit beginnt beim Firstengetriebe mit dem Setzen eines Ansteck- oder Hebetürstockes, bzw. Hebestempels und Herstellen des Schlitzes, in welchen die Getriebepfähle eingesteckt werden und demnächst ihre Führung finden. Die Kappe des Hebetürstockes (bzw. der Hebestempel) erhält an ihrer oberen Fläche einen etwas nach oben gerichteten Beschlag, damit die Pfähle auf einer Fläche aufliegen und die Kappe nicht lediglich an einem Punkte berühren, in welchem Falle sie bei eintretendem Drucke leichter eingeklemmt werden. Dies durch einen Zwickkeil<sup>2)</sup> anzustreben, den man von hinten her zwischen Pfählen und Kappe eintreibt, erscheint nicht zweckmäßig, da der Keil erst wieder gut befestigt werden muß, um nicht bei dem Schlagen der Pfähle wegzufallen.

Der Schlitz wird dadurch hergestellt, daß man Pfosten, Halbholz oder Rundholz, je nach der Größe des Druckes, auf die Kappe (bzw.

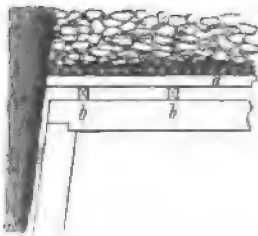


Fig. 483. Getriebezimmerung.

hinter die Beine und über die Grundsohle) legt, und diese Pfändung *a* (Fig. 483) durch Pfänd- oder Schlitzkeile *b*, welche auf die hohe Kante gestellt sind, damit sie wenig Raum einnehmen, gegen die Verzughölzer des letzten Feldes treibt. Bei grobem rolligem Gebirge läßt man die Schlitzkeile stecken, weil sie bewirken, daß die Pfähle im Schlitz locker bleiben und nicht eingeklemmt werden. Die infolgedessen zwischen den Pfählen entstehenden Lücken deckt man nötigenfalls

durch kurze Schwartenstücke zu.

Bei feinem rolligen, oder gar bei schwimmendem Gebirge müssen jedoch die Keile während des Einsteckens der Pfähle entfernt werden.

Die letzteren werden mit Ansteigen, also derart angesteckt, daß ihre Spitzen etwas nach aufwärts gerichtet sind. Diese Divergenz mit der Richtung der Streckenfirste muß so groß sein, daß am Ende der Pfahlspitzen genügender Raum für einen neuen Schlitz nebst Pfändung bleibt, während die Kappe des neuen Ansteckpaares in der Höhe des vorhergehenden liegt.

Ist an allen vier Seiten angesteckt, so wird das Firstengetriebe von den Eckpfählen nach der Mitte hin zuerst fortgebracht, daran schließen sich von oben nach unten die Seitengetriebe und schließlich das Sohlengetriebe an.

1) Serlo, Bergbaukunde 1884, I, S. 678.

2) Ebenda S. 675 (aus Thürnagel, Karstens Archiv f. Bergb. u. Hüttenwesen Bd. 2, S. 112; Bd. 5, S. 3; Bd. 9, S. 153).

Von den beim Getriebe beschäftigten Arbeitern steht der Vormann bei den Pfahlspitzen, er hat mit Hilfe von Brechstange, Spitzhammer, Klammer und andern geeigneten Gezähestücken dafür zu sorgen, daß die den Pfählen im Wege stehenden Hindernisse beseitigt werden, sowie, daß die Pfähle ihre Richtung nicht verlieren und vor allen Dingen nicht hereingedrückt werden. Auch hat der Vormann diejenigen Pfähle zu bezeichnen, welche der zweite Mann mit einem Großhäusel schlagen soll.

Ebenso wie es beim Firstenbau in gebrächem Ganggestein von jeher geschehen ist, empfiehlt man nach dem Vorgange auf der Grube Courrières (Pas de Calais) zur Verminderung der Unfälle durch Stein- und Kohlenfall das Anstecken von Getriebepfählen auch beim Ortsbetrieb und Abbau in Steinkohlengruben<sup>1)</sup>. (Pfändungsbau auf Shamrock III/IV, Consolidation, Schlägel und Eisen II und Wilhelmine Victoria.)

**32. Regeln für die Getriebearbeit.** — Die Hauptaufgabe der Getriebearbeit, die Richtung der Pfähle unverändert zu erhalten und zu verhüten, daß die Spitzen derselben niedergedrückt oder gar abgebrochen werden, erfordert nicht geringe Umsicht. Hauptsächlich auf folgende Punkte muß das Augenmerk gerichtet sein.

Zunächst müssen die Pfähle an ihrem hinteren Ende festgehalten werden und zwar durch einen Widerstand, welcher dem Hereindrücken der Pfahlspitzen entgegenwirkt. Dies geschieht durch Anbringung einer Spannpfändung, falls nicht der nächste Türrstock bzw. Stempel die Stelle eines solchen vertritt.

Die Spannpfändung *s* (Fig. 484) wird bei Firstengetriebe durch ein Stück Holz gebildet, welches den Raum zwischen den Pfählen des neuen Getriebes und der Firste gerade ausfüllt und durch Klammern, oder auf eine sonstige, von den Getriebepfählen unabhängige Weise befestigt wird. Verläßt der Pfahl die Kappe *a*, so findet er an der Spannpfändung eine neue Stütze.

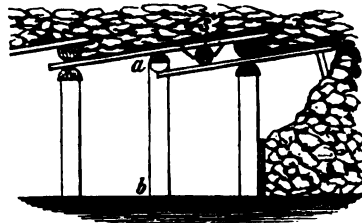


Fig. 484. Getriebezimmerung.

Eine fernere Rücksicht ist darauf zu nehmen, daß die Pfahlspitzen möglichst unterstützt werden, indem man dieselben, besonders vor dem Verlassen des Getriebes am Ende der Schicht, möglichst tief in die rolligen Massen einzutreiben sucht. Läßt sich dies nicht erreichen, so muß man sowohl einzelne Pfähle, als auch mehrere zugleich mit besonderen Stützen versehen. Sind sämtliche Pfähle etwa  $\frac{1}{2}$  m weit vorgerückt, so empfiehlt es sich, ihnen eine gemeinsame Stütze durch ein von unten abgestrebttes Stück Halbholz, Pfoste u. s. w. zu geben. Bei einem weiteren halben

1) Glückauf. Essen 1901, S. 345, 562.

Meter wird ein Hülfstürstock (*ab* Fig. 484) eingebaut und dadurch die erste Unterstützung überflüssig.

Eine der größten Gefahren für ein Getriebe ist die Bildung von Hohlräumen über den Pfahlspitzen, welche sehr leicht eintreten kann, wenn man mit einem Male zuviel Gebirge austreten, oder zu große Lücken zwischen den Pfählen entstehen läßt. Verstopft man einen solchen unerwünschten Ausfluß von Gebirge nicht bald mit allem zur Hand befindlichen Materiale — am besten mit sich spreizendem Holze — so bildet sich leicht ein Hohlraum und das Gebirge fällt demnächst von einer größeren Höhe auf die Pfähle herab. Dadurch werden dieselben, wenn sie nicht sehr gut verwahrt sind, niedergedrückt oder auch wohl abgebrochen.

**33. Älteres Verfahren bei schwimmendem Gebirge.** — Bei schwimmendem Gebirge<sup>1)</sup> ist die Gefahr des Hervorquellens, auch bei kleinen Ritzen, besonders groß. Man muß deshalb immer kleine Strohbüschel zur Hand haben, um die Ritzen verstopfen zu können, wobei aber der freie Durchgang des Wassers nicht verhindert werden darf.

Besonders schwierig ist dies beim Verwahren des Ortsstoßes. Muß man bisweilen schon bei rolligem Gebirge hinter den Beinen des letzten Türstockes Bretter aufsetzen, um das Herabrollen der Massen zu mäßigen und den Pfahlspitzen ihre Auflage zu erhalten, so ist bei schwimmendem Gebirge ein gänzliches Verschließen des Ortsstoßes durch Zumachebretter (Versatz- oder Verschalungsbretter) erforderlich. Diese Bretter müssen horizontal gelegt und gegen die Türstöcke oder gegen besondere Bolzen abgestrebt werden, die Fugen sind mit Stroh, Moos und dergl. zu verstopfen, was besonders an den Enden der Bretter sorgfältig geschehen muß.

Sobald die Pfähle nicht mehr ziehen wollen, werden die Bretter von oben nach unten an den Enden gelüftet, um etwas Sand herauszulassen, worauf sie wieder vorgesetzt und mit längeren Streben versehen werden.

**34. Verkeilen des Ortsstoßes.** — Eine andere Methode, den Ortsstoß zu verwahren, ist nach Ponson<sup>2)</sup> in den Jahren 1842 und 1848 auf der Grube La Louvière (Bassin du Centre) mit Erfolg angewendet, indem man nach dem Eindringen der Pfähle in den Ortsstoß, von oben nach unten fortschreitend, Keile aus Buchen- oder Eichenholz eintrieb und die Öffnungen zwischen den Keilen mit Heu oder Moos verstopfte. Die Keile hatten eine Länge von 26 bis 52 cm und am Kopfe eine Stärke von 6,5 bis 13 cm, nur in sehr flüssigem Gebirge betrug die letztere 5 bis 8 cm. Wo es nötig war, wurde die Sohle in gleicher Weise verwahrt, auch trieb man kleinere Keile in die Zwischenräume der Stoßpfähle.

Während die Keile in den Stößen und in der Sohle verloren gegeben werden müssen, treibt man diejenigen im Ortsstoße immer weiter und braucht nur die abgenutzten zu ersetzen.

<sup>1)</sup> Karstens Archiv f. Bergbau u. Hüttenw. Bd. 2, S. 143; Bd. 4, S. 312; Bd. 5, S. 3; Bd. 9, S. 153. — Serlo, Bergbaukunde 1884, I, S. 675.

<sup>2)</sup> Ponson, Traité de l'expl. des mines t. I, S. 468.

**35. Anwendung gußeiserner Kasten<sup>1)</sup>.** — Auf der Braunkohlengrube Cons. Beust bei Grüneberg<sup>2)</sup> in Schlesien setzte man gußeiserne, 47 bis 63 cm lange, 31 cm hohe Kasten vor den Ortsstoß, welche nach innen offen, vorne durch eine Thür geschlossen waren und durch eine Schraubenvorrichtung vorwärts gepreßt wurden. Durch Öffnen der einzelnen Türen entfernte man die in dem Kasten eingeschlossenen Massen.

Ähnlich ist das Verfahren von Krause-Eichler (D. R. P. Nr. 56308), bei welchem Vertäfelungskasten mit Verschußdeckeln durch hydraulische Pressen vorgedrückt werden, während die äußeren Kastenreihen mittels angebrachter Vorsprünge die eiserne Verpfählung von Firste, Sohle und Wangen nachzieht. Mit dem Vorrücken der Verpfählung wird der Ausbau eingebracht.

Dasselbe Verfahren wird auch für Schachtabteufen empfohlen.

**36. Getriebe mit eisernen Bogen.** — Außerdem hat man eiserne Bogen mit eisernen Pfählen und Ortsplatten aus demselben Materiale u. a. in Freienwalde<sup>3)</sup> und in Riestedt<sup>4)</sup> angewendet.

Auch geschlossene eiserne Bogen mit eichenen Brettpfählen lassen sich bei schwimmendem Gebirge verwenden, wenn man mit kleineren Bogen den Schlitz herstellt, nur muß die Ausmauerung unmittelbar folgen und zwar stückweise rückwärts, damit erst die Pfahlspitzen unterfangen werden. Die äußeren Bogen, sowie die Pfähle muß man dabei gewöhnlich verloren geben.

#### b. Getriebearbeit in Schächten.

**37. Allgemeines.** — Für Schachtabteufen im schwimmenden Gebirge wird die eigentliche alte Getriebearbeit nur bei geringen Tiefen angewendet und bei größerer Tiefe zweckmäßig durch die später zu besprechenden Senkschächte, durch die Gefriermethode von Poetsch oder durch das Verfahren von Haase, Terp, Weicht u. s. w. ersetzt.

Nach Wabner<sup>5)</sup> verfährt man beim Durchteufen von Schwimmsand in Oberschlesien derart, daß man in rechteckigen Schächten allmählich »Schleifen« d. h. mit der Axt gespaltene, 300 bis 550 mm lange, 20 bis 25 mm breite Holzscheite, nachdem man, von einer Ecke beginnend, den Sand allmählich entfernt hat, senkrecht oder schräg an den Schachtstoß stellt, derart, daß man die Schleifen mit dem oberen Ende hinter die Kappe des nächst oberen Geviertes steckt und unten etwas in den Sand

1) Le bouclier et les méthodes nouvelles de percement des souterrains (Tunnelbau mit Schild). Von René Philipps. Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1736.

2) Jahrb. des Schles. Vereins f. B.- u. Hüttenw. Bd. 2, S. 354.

3) Karstens Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau u. Hüttenkde. 1836.

4) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8, S. 15.

5) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, S. 13.



eindrückt. Hinter die Schleifen werden kleine Strohwische gesteckt, so daß aus dem zwischen zwei benachbarten Schleifen etwa freigebliebenen Raume von 20 bis 30 mm Breite zwar Wasser, aber kein Sand hervorquellen kann.

Nachdem so ein kurzer Schachtstoß, sowie einer der angrenzenden angelen Stöße auf 0,4 m Länge mit Schleifen verwahrt worden ist, wird die betreffende Kappe eingezogen und mit einem verlorenen Keile nach oben festgetrieben. Bei dem darauf folgenden Einbau des ersten Joches wird ebenso verfahren, nur wird dasselbe gewöhnlich mit zwei Holzkeilen unterfangen. Dann folgt der Einbau der zweiten Kappe und zuletzt derjenige des andern Joches. Um das Herabrutschen der oberen Zimmerung zu verhüten, werden Klammern und Latten zu Hilfe genommen.

Macht sich jedoch Sohlenauftrieb geltend, sodaß von den die Schachtsohle bedeckenden Brettern eine Abspreizung nach oben nötig wird, so zieht man die Getriebezimmerung vor.

Das Abteufen mit Schleifen ist natürlich viel billiger, als die eigentliche Getriebezimmerung. So betrug das Gedinge in einem Schachte, in welchem vom Tage herein loses aber trockenes Gebirge auf 15 m Tiefe zu durchsinken war und in welchem dann 3 bis 4 m Schwimmsand folgten, für das Kubikmeter ausgehöhlten Schachtraum durchschnittlich 12  $\mathcal{M}$ . Hierin ist das Lohn für die Haspelzieher und den Ausläufer mit inbegriffen.

Bei der Getriebearbeit in Schächten mit schwimmendem Gebirge ist es nicht möglich, die Ansteckgevierte fest zu verlagern. Außerdem muß man Vorsorge treffen, daß bei einem etwaigen Bruche des Getriebes und durch das damit verbundene Herausquellen des Gebirges die Maschinenfundamente u. s. w. über Tage nicht einsinken.

Zu dem Ende legt man lange und starke Rüstbäume quer über den Schacht und verstürzt deren Enden mit Bergen. Reichen einfache Bäume nicht aus, dann legt man sie doppelt aufeinander, so daß der Stoß der einen Reihe auf die Mitte der Länge in der andern Reihe kommt. Die Stöße werden durch eiserne Laschen oder Schrauben weiter gesichert.

Die Rüstbäume dienen sowohl als Fundament für Maschinen und Gebäude, als auch zum Aufhängen der ersten Ansteckgevierte mit langen, eisernen Klammern. Die folgenden Ansteckgevierte werden an den nächst oberen aufgehängt, außerdem aber wird eine weitere Sicherung dadurch herbeigeführt, daß man das erste Geviert von der Sohle aus verstrebt und die demnächst einzubringenden Wandruten an den Stellen, wo sie die Jöcher berühren, etwas aushöhlt, bzw. einschneidet.

Für wichtigere Schachtanlagen wendet man an Stelle der Rüstbäume Sprengwerke an.

Ebenso, wie die Hilfstürstöcke beim Streckengetriebe, dienen hier die etwa in der Mitte zwischen zwei Ansteckgevierten angebrachten Hilfsgevierte als Spannpfändung für die Pfähle.

38. **Sinking by piling.** — In England ist anstatt des schrägen das seigere Anstecken der Pfähle<sup>1)</sup> (sinking by piling) bei runder Form des Schachtes üblich. Man fängt dabei mit entsprechend großem Durchmesser an, erreicht am Ende des Getriebes die richtige Weite des Schachtes, mauert vom festen Gebirge an aufwärts und verfüllt hinter der Mauer mit dem vorher gewonnenen Gebirge. Selbstverständlich ist es dabei nötig, daß man sich vorher, event, durch Bohren, Gewißheit über die Mächtigkeit des Schwimmsandes verschafft.

39. **Anwendung von Wellblech und Eisen.** — Von dem Bruder des Verfassers, Bergrat W. Köhler in Teschen, sind 1888 in Siersza (Galizien) Wellbleche in Verbindung mit eisernen Ringen als Getriebepfähle benutzt. Der Schacht hatte einen lichten Durchmesser von 2,5 m und stand am Anfange in trockenem Sande, welcher schon bei 5 m Tiefe zu Schwimmsand wurde. Hinter den eisernen aufgehängten Ringen steckte man 1,5 mm starke, 0,5 mm breite und 2 m lange Wellbleche an, welche die in 1,5 m Entfernung gelegten Ringe oben und unten um 25 cm überriefen. Die Wellbleche wurden mit einem Berge und einem Tale übereinandergelegt, womit man eine gute Leitung, sowie Abtrocknung des Schwimmsandes erzielte. Um die Bleche niedertreiben zu können, setzte man auf den oberen Rand ein Stück Gußeisen, in welchem sich eine, den Blechwellen entsprechende Nut befand.

Es gelang auf diese einfache und billige Weise, den 20 m mächtigen Schwimmsand ohne Schwierigkeiten durchzuteufen. Die Wellenform bietet dem Drucke des Schwimmsandes gegenüber große Sicherheit und dürfte es auch unter schwierigen Verhältnissen kaum nötig sein, über 2 mm Blechstärke hinauszugehen.

Auch auf dem Braunkohlenwerke Zwenkau im Königreiche Sachsen hat man Wellblech nach einem von Haeuser angegebenen Verfahren<sup>2)</sup> mit Vorteil angewendet und zwar z. T. als Ersatz für das Haasesche Verfahren. Dabei kostete 1 qm Schachtfläche nach dem letzteren 6,03 zehnstündige Schichten und 180,95  $\mathcal{M}$ , nach dem Haeuserschen Verfahren 1,20 zehnstündige Schichten und 65,01  $\mathcal{M}$ .

Noch besser als Wellblech bewährte sich dort, wo man mit grobem Gerölle zu tun hatte, das Haeusersche Anstecken mit Flacheisenpfählen<sup>3)</sup> von 2 m Länge und 15 cm Breite, welche am unteren Ende mit gehärteten Schneiden versehen sind. Die seitliche Verbindung der Pfähle, sowie diejenige nach unten und oben geschieht durch Walzeisenzungen an einer Langseite, oder an beiden. Diese Zungen sind ebenso lang, als die Pfähle, stehen aber an einem Ende etwas vor und dienen damit zur besseren Verbindung beim Aufsetzen neuer Pfähle.

1) A. Greenwell, A practical treatise on Mine Engineering, S. 127. — Serlo, Bergbaukunde 1884, I, S. 694. — Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 21.

2) Jahrb. f. d. B.- und H.-Wesen im Königr. Sachsen 1891, S. 29.

3) Ebenda 1891, S. 31.

Zum Abschließen des Kieswassers hat Simon beim Abteufen des Schachtes Neue Hoffnung bei Pömmelte (unweit Magdeburg) innerhalb einer hängen gebliebenen Senkmauer ebenfalls eine Spundwand (D. R. P. 64 781) von der in Fig. 485 angedeuteten Form angewendet. Hat die Spundwand das feste Gebirge erreicht, so werden die Kästen mit Beton ausgefüllt.

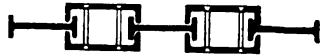


Fig. 485.  
Spundwand von Simon.

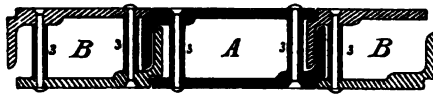


Fig. 486.  
Eichlersche Spundwand aus Eisen.

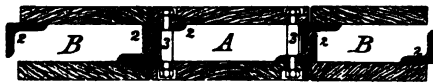


Fig. 487.  
Eichlersche Spundwand aus Holz.

Noch eine andere Spundwand ist diejenige von C. Eichler-Berlin (D. R. P. Nr. 78 168), welche in Eisenblech (Fig. 486) oder Holz mit Winkeleisen (Fig. 487) hergestellt wird. Die erstere läßt sich bei entsprechender Biegung der Bleche auch für runde Schächte verwenden.

Bei allen diesen Arbeiten kann man entweder dem Eindringen der Spundwände mit dem Abteufen und Einbringen des Ausbaues schrittweise folgen, wobei man jedoch für Vertäfelung der Schachtsohle sorgen muß, oder man treibt die Spund-

wand bis in eine abschließende Schicht, z. B. von Ton, und teuft sodann innerhalb der Spundwand ab. Beide Methoden eignen sich für Schwimmsand von einer Mächtigkeit bis 20 m, welcher keine groben Geschiebe enthält.

Zur letzteren Methode gehört das Verfahren von Haase<sup>1)</sup> (D. R. P. Nr. 29 230).

Dasselbe besteht darin, daß ein Getriebe von 107 mm weiten, in der aus Fig. 488 ersichtlichen Weise unter sich verbundenen Röhren in toten



Fig. 488.  
Haasesche Getrieberöhren.

Wassern durch den Schwimmsand gebracht und demnach der Inhalt der Spundwand, unter gleichzeitiger Einbringung des Schachtausbaues, ausgefördert wird. Ist der Schwimmsand genügend dünnflüssig, dann dringt das Wasser durch die Rohrverbindungen in den Schacht, während der Sand zurückgehalten wird.

Das Einpressen der Röhren geschieht mit Anwendung der Wasserspülung unter gleichzeitiger Auflockerung des Sandes mit einem stoßend gehandhabten Meißel. Dabei werden die einzupressenden Röhren durch Bauschrauben unter Druck gehalten.

1) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 221; 1887, Bd. 35, Vers. u. Verbess. II; 1888, Bd. 36, S. 225 (Grube Guerini, Cottbus; 1889, Bd. 37, S. 204, 238; 1891, Bd. 39, S. 96. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingenieure 1885, Bd. 29, S. 408; 1886, Bd. 30, S. 745. — Eng. a. Min. Jahrg. 50, S. 48.

In dem Grubenfelde Soessen bei Weißenfels, wo mit dem Haaseschen Verfahren ein Schacht gleich beim ersten Versuche glücklich abgeteuft ist, wurden zunächst sämtliche 88 Röhren 1 m tief eingepreßt, dann beim ersten Rohre wieder begonnen u. s. w. Innerhalb 16 Tagen war die Spundwand 12 m tief eingepreßt, worauf das Abteufen erfolgte, bei welchem die Leistung in 24 Stunden 1 m, einschließlich des Ausbaues betrug.

Befinden sich Kiesbrocken im Sande, so unterspült man dieselben, während man das Nachpressen der Röhren zeitweilig einstellt. Die Kiesbrocken werden dabei zur Seite gedrängt und sind dem Niederbringen der Röhren nicht mehr hinderlich.

Die Kosten für die Spundwand stellten sich für 1 qm auf 63,77 M. Die Einrichtungen über Tage kosteten, abgesehen von der vorhandenen Dampfmaschine 300 M, und an Arbeitslöhnen wurden in der 12stündigen Schicht 16 M verausgabt.

Auf den Braunkohlengruben Guerini und Pauline im Bergrevier Cottbus ist das Haasesche Verfahren gleichfalls mit glücklichem Erfolge angewendet. Auf der Grube Pauline bekam der Rohrschacht zwar nur eine Tiefe von 5 m und kostete 1738,85 M für das laufende Meter.

Außerdem sind zu nennen:

Die Methode von Olaf Terp<sup>1)</sup>, welche darin besteht, daß statt der Röhren durch Verschwalbung verbundene Kästen aus Schmiedeeisen oder Stahl eingetrieben werden, ferner die Methode von Weicht (D. R. P. Nr. 33222), bei welcher ein aus gußeisernen Kästen bestehender Ring eingepreßt wird, diejenige von Wagner (D. R. P. Nr. 34942), Gutkind & Co. (D. R. P. Nr. 36611), Schwillinsky (D. R. P. Nr. 35927), welchem das vorhin erwähnte Eichlersche Verfahren ähnlich ist, endlich Cassé & Grossmann. Hierbei soll das durch Geschiebestücke verhinderte Niedergehen von Senkschächten in toten Wassern dadurch erleichtert werden, daß man durch Kanäle, welche im Senkschuh und in den Tubblings eingegossen sind, Wasser oder Luft auf die Schachtsohle preßt, um durch den Auftrieb die Hindernisse zu beseitigen.

**40. Verwahren der Schachtsohle.** — Ebenso wie der Ortsstoß beim Streckengetriebe, bedarf hier die Schachtsohle einer besonderen Verwahrung. Man schafft dieselbe<sup>2)</sup>:

1) Durch die gewöhnliche Bedeckung der Sohle mit Querbohlen, über welche mehrere, gegen das obere Joch abgestrebte Längsbohlen gelegt werden. Unter die Bohlen bringt man Stroh.

2) Dadurch, daß man die ganze Sohle mit einer zusammenhängenden Platte bedeckt, welche an den Ecken und in der Mitte mit verschiebbaren Öffnungen versehen ist, gegen die oberen Jöcher abgestrebt und,

1) Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35, S. 2. — Ebenda 1893, Bd. 41, S. 241.

2) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 693.

nach dem Herausnehmen von Gebirge aus den Öffnungen, durch Belastung zum Sinken gebracht wird.

3) Durch Klötzelveertäfelung, wie auf den Gruben Concordia bei Nachterstedt, Ver. Christoph Friedrich bei Hornhausen. Sie ist nur anwendbar, wenn keine groben Geschiebe im Schwimmsande vorkommen. Die Klötze haben parallelepipedische Form, bestehen aus Eichen- oder Fichtenholz von 30 bis 40 cm Länge und 26 bis 30 cm Querschnitt, und werden der Länge nach mit einem 5 bis 10 cm weiten Loche durchbohrt, welches sich nach unten erweitert. Die Klötze werden oben mit eisernen Bändern, unten mit einem eisernen Schuh versehen, und der Reihe nach mit Handrammen eingetrieben, wobei der verdrängte Schwimmsand durch die Löcher herauskommt, was man durch Verstopfen derselben regeln kann.

Um ein Vorgesümpfe zu erhalten, treibt man die mittlere Reihe der Klötze etwas tiefer ein, als die andern.

Werden die Klötze nicht getrieben, so hat man sie gegen Lager, welche quer durch den Schacht gelegt werden, abzuspreizen.

Den dichten Anschluß an die Pfähle erreicht man dadurch, daß man die äußeren Klötze, dem Stechen (d. i. der auswärts gehenden Richtung) der Pfähle entsprechend, abschrägt und sie außerdem noch durch besondere dahinter geschlagene Keile fest antreibt.

Das bei Streckenbetrieb in Schwimmsand bereits erprobte Verfahren von Krause-Eichler (35) ist hier gleichfalls in Betracht zu ziehen.

**41. Herstellen eines Vorgesümpfes.** — Ist das Gebirge nicht völlig schwimmend, so braucht man die Sohle nur mit Brettern zu bedecken, damit die Arbeiter festen Grund unter den Füßen haben. Man muß aber immer ein Vorgesümpfe voraus treiben, aus welchem die Pumpen saugen. Dasselbe wird entweder durch senkrechtes Anstecken von Pfählen hinter einem kleinen Gevierte ohne Schlitz, oder durch Kasten bzw. Zylinder von Eisenblech, oder, wie auf der Braunkohlengrube Karl<sup>1)</sup> bei Völpe (Provinz Sachsen), dadurch hergestellt, daß man schmiedeeiserne Pfähle von 3 m Länge eintreibt und den dadurch gebildeten hohlen Raum von rund 1 m Durchmesser durch eiserne Ringe offen erhält.

In allen Fällen muß das Vorgesümpfe so eingerichtet sein, daß nur der Sand zurückgehalten, dem klaren Wasser aber der Durchgang gestattet ist, weshalb man alle Öffnungen, auch den Boden der Kasten, mit Stroh verstopft (vergl. 33).

Wo es irgend möglich ist, soll man bei derartigen Arbeiten im Schwimmsande dem Wasser einen Abfluß verschaffen, etwa durch Niederbringen eines verrohrten Bohrloches bis auf eine tiefere Sohle, durch Herantreiben einer Rösche u. s. w.

1) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 58. — Glückauf. Essen 1869, Nr. 31.

## B. Ausbau in Eisen.

42. **Material.** — Zum Ausbau in Eisen verwendet man vorwiegend gewalztes Eisen, bezw. Schmiedeeisen und Gußstahl, seltener Gußeisen, und zwar entweder altes Material (Eisenbahnschienen), oder neues in Form von Förderschienen, I-, L- und T-Eisen.

### 6. Kapitel.

#### Eisenausbau in Strecken<sup>1)</sup>.

43. **Verschiedene Arten der Anwendung des Eisens als Kappe.** — Der Eisenausbau in Strecken erfolgt zunächst in der Weise, daß man das Eisen als Kappe benutzt, deren Enden entweder auf Seitenmauern, oder auf durch Bolzen gestützten Unterzügen, oder ganz nach Art der Türstöcke auf Beinen ruhen. Im letzteren Falle werden die Beine entweder am oberen Ende mit einem Einschnitte versehen, wie in Creuzot<sup>2)</sup>, oder es wird ihnen durch angeschraubte Winkeleisen (Fig. 489) gewissermaßen Blatt und Gewicht gegeben,

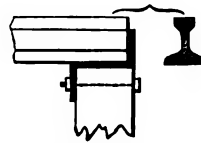


Fig. 489.  
Eisenerne Kappen.

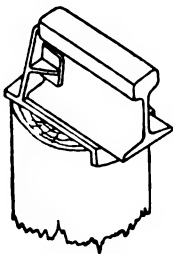


Fig. 490.

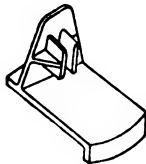


Fig. 491.

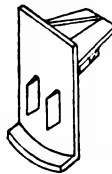


Fig. 492.

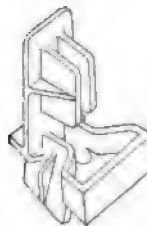


Fig. 493.

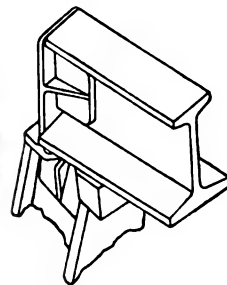


Fig. 494.

Knüttels Streckengerüstschuhe.

wie auf der Zeche Prosper in Westfalen<sup>3)</sup>.

1) Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1888, S. 60.

2) Bulletin de la société de l'ind. min. Paris, 2. sér., t. III, S. 563.

3) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 99.

In neuerer Zeit werden auf mehreren westfälischen Zechen, z. B. Ver. Mansfeld, Rheinelbe und Alma, gußeiserne »Streckengerüstschuhe«, System Knüttel (D. R. P.) angewendet. Die Fig. 490 bis 492 zeigen diese Schuhe für hölzerne, die Fig. 493 und 494 für eiserne Tüstockbeine.

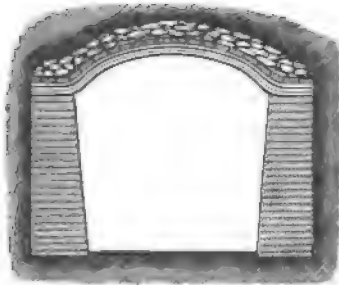


Fig. 495. Gewölbte eiserne Kappen.

Bei starkem Drucke gibt man dem Eisen einen flachen Bogen, wie in Fig. 495, wobei jedoch die Enden fest vorstehen müssen, wenn der Bogen nicht leicht eingedrückt werden soll.

Auch verwendet man in Westfalen für die Tüstockbeine eiserne, mit Beton gefüllte Röhren.

Das Verziehen erfolgt durch eichene Schwarten.

**44. Ausbau größerer Räume mit eisernen Kappen.** — Auch zum Ausbau von Füllörter, unterirdischen Pferdeställen und Maschinenräumen werden Kappen von I-Eisen in Verbindung mit Scheibenmauern angewendet. Dabei empfiehlt es sich aber, anstatt des Holzverzuges zwischen den in etwa 1 m Entfernung liegenden Kappen flache Gewölbe aus Ziegelsteinen herzustellen.

Derartige Räume werden der größeren Helligkeit wegen noch mit Kalkfarbe angestrichen.

**45. Streckenbogen.** — Außerdem wird das Eisen bei dem Ausbau der Strecken in Form von Bogen verwendet, welche entweder unten

offen, oder ringsum geschlossen sind, aus einem Stücke oder aus mehreren, durch Laschen und Schrauben miteinander verbundenen Stücken bestehen.

Gutehoffnungshütte in Sterkrade verwendet zwei Profile (Fig. 496 und 497), von denen das laufende Meter bei Profil I = 12,75 kg, bei Profil II 14,00 kg wiegt.

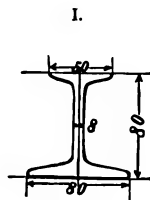


Fig. 496.  
Profile für Streckenbogen.

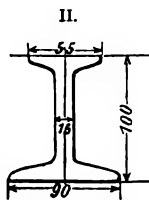


Fig. 497.

Ein Streckenbogen für eine einspurige Strecke mit Profil I wiegt ca. 72 kg, mit Profil II ca. 80 kg, für eine zweispurige Strecke mit Profil II und mit geraden Schenkeln 93 kg, unten geschlossen (Fig. 498) 132 kg. Die Tragfähigkeit beträgt bei Profil I 31617 kg, bei Profil II 62600 kg. Die früher in Saarbrücken<sup>1)</sup> angewendeten Grubenschienen hatten nur 25129 kg Tragfähigkeit.

1) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 121.

Liegt die Wasserseige in der Mitte der Strecke, so sind die Bogen gleichschenkelig (Fig. 499), liegt sie auf der Seite, so ist der eine Schenkel entsprechend länger (Fig. 500).

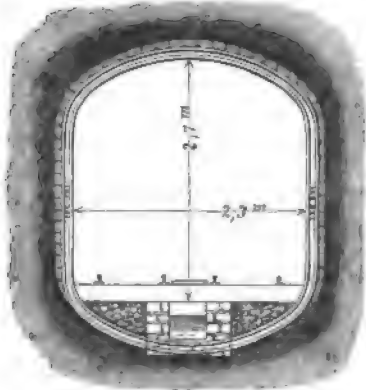


Fig. 498.  
Geschlossener Streckenbogen.

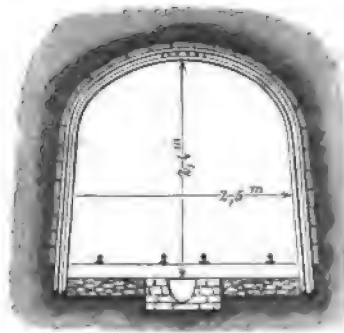


Fig. 499.  
Gleichschenkliger Streckenbogen.

Die unten offenen Bogen wurden früher am Harz ausschließlich aus Grubenschienen kalt gebogen (6 Bogen für 1  $\mathcal{M}$ ), oder in richtiger Form bezogen, bestanden aber immer aus einem ganzen Stücke. Gegenwärtig sind diese Bogen überall in der Mitte des Scheitels geteilt und die Bruchstelle durch Laschen und Schrauben bedeckt.

Die Bogen stehen entweder auf Gußplatten, welche auf den für die Aufnahme der Förderbahn bestimmten Schwellen angebracht sind, oder in Steinsockeln, wie auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg<sup>1)</sup> und am Harz<sup>2)</sup>, oder sie stehen direkt auf eichenen Schwellen, oder endlich in  $\sqcup$ -Eisen, welches als Schwelle quer über die Streckensohle gelegt wird. Bringt man in das  $\sqcup$ -Eisen hölzerne Schwellen zur Aufnahme der Förderbahn ein, so werden damit gleichzeitig die Bogen gegen das Zusammenschieben geschützt.

Der Verzug wird meistens mit Holz, am besten mit eichenen Schwarten hergestellt. Am Harz, wo die Strecken auf sehr lange Zeit offen erhalten werden müssen, legt man hinter die Bogen alte Grubenschienen oder

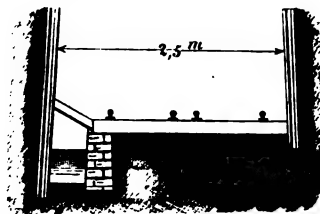


Fig. 500. Ungleichschenkliger Streckenbogen.

1) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 99.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1867, S. 92.



passend geformtes Façoneisen, klemmt flache Grauwackensteine von gleicher Höhe dazwischen und verfüllt dahinter sorgfältig mit Bergen.

Wo man steinerne Sockel anwendet, legt man auf dieselben auch gleichzeitig die Förderbahn (eingleisig). Man bohrt zu dem Zwecke Löcher in die Sockel und treibt in dieselben hölzerne Pföcke ein, in welche die Hakennägel eingeschlagen werden.

In den zwischen den Sockeln verbleibenden Raum wird ein flacher Stein auf der Sohle eingelegt, um ein Zusammenschieben zu vermeiden. Der übrige Raum dient als Wasserseige, welche noch mit einer Laufpfoste überdeckt wird.

Zwischen die Bogen treibt man in der Firste einen fortlaufenden Pfahl ein, um sie gegen das Umwerfen zu schützen.

**46. Kosten des Ausbaues mit Streckenbogen.** — Die Kosten für derartigen eisernen Ausbau, ferner für Türstockszimmerung und für Mauerung in behauenen Grauwackensteinen stellten sich im Jahre 1884 bei der königlichen Berginspektion in Grund am Harz für 6 m Streckenlänge:

1. Für Eisenausbau. . . . .	.217 + 23,42 f. 1 spur.F.-Bahn auf	240,42 <i>ℳ</i>
2. Für Mauerung aus Bruchsteinen	321 + 35,24 - - - -	356,24 -
3. Für Zimmerung . . . . .	.144 + 36,20 - - - -	180,20 -

Schon bei einmaligem Auswechseln betragen demnach die Kosten der Türstockszimmerung  $2 \times 180,20 = 360,40$  *ℳ*.

In Saarbrücken, wo der Eisenausbau an Stelle schwerer Türstöcke aus beschlagenem Eichenholze angewendet wird, betrugen Gewicht und Kosten für ein gleichschenkliges Gestell in einspurigen Strecken 55 kg und (1885) 8 *ℳ*, in zweispurigen Strecken 92 kg und 10,10 *ℳ* loco Grube einschl. Laschen und Schrauben.

Einseitige Schenkelverlängerung um 0,30 bzw. 0,35 m erhöht den Preis des einspurigen Gestelles um 0,32 bzw. 0,42 *ℳ* und eine Verlängerung um 0,40 m des zweispurigen Gestelles um 0,55 *ℳ*. Werden die beiden Schenkel in gußeiserne Schuhe gestellt, was nicht überall nötig und üblich ist, so erhöhen sich die Kosten eines Gestelles noch um 1,00 bis 1,50 *ℳ*.

Ein elliptischer Ring von 1,3 m kleiner und 1,8 m großer Achse im Lichten wiegt 70,4 kg und kostet 9,20 *ℳ*.

Die meist gebräuchlichen runden Gestelle in □-Eisen wiegen bei einem inneren Durchmesser von 2,82 m 184 kg und kosten 24,60 *ℳ* das Stück.

Je nach der Qualität des zu den Türstöcken verwendeten Holzes stellten sich die eisernen Gestelle 39 bis 161% teurer als die entsprechenden Türstöcke. Die Differenz wird geringer bei schwerer und größer bei leichter Zimmerung.

Auf Segen Gottes-Grube in Österreich hat man in der IV. Ferdinand-schächter Grundstrecke eisernen Ausbau in der aus Fig. 501 ersichtlichen Form eingebaut<sup>1)</sup>. Das angewendete Eisen hat I-Form von 104 mm Höhe, 59 mm Breite, 5,5 mm Stegdicke, ein Bogen wiegt einschl. Laschen und Schrauben 50 kg und kostet loco Grube einschl. Einbau 13 fl. ö. W.

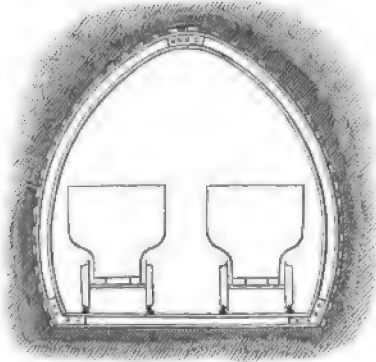


Fig. 501.  
Eisenausbau auf Segen Gottes-Grube.

Die beiden Seitenteile des

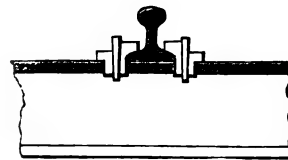


Fig. 502.  
Schienenbefestigung auf Segen Gottes-Grube.

Bogens sind mittels Laschen und Schrauben durch ein Sohlstück verbunden, auf welchem die Förderbahn in der aus Fig. 502 ersichtlichen Weise angebracht ist.

Die ersten Anschaffungskosten verhalten sich gegenüber der Türstockszimmerung allerdings wie 1,208 : 1, sind also um 28,8% höher als diese. Aber schon nach der auf neun Jahre berechneten Dauer der Grundstrecke verhält sich der Eisenausbau zur Zimmerung, ohne Rücksicht auf den Schlußwert des Eisens, wie 1 : 1,093, und da man ferner darauf rechnet, den Eisenausbau dann noch für eine andere Grundstrecke verwenden zu können, welche wiederum neun Jahre im Gange bleibt, so stellt sich das Verhältnis wie 1 : 1,78, also um 78% zu Gunsten des Eisenausbau<sup>2)</sup>.

**47. Ausbau größerer Räume mit Bogen.** — Ähnlich ist der Ausbau der Füllörter auf Dahlbusch unweit Gelsenkirchen bei quellender Sohle, nur mit dem Unterschiede, daß das Sohleisen gebogen ist.

Auf den Zwickauer Steinkohlengruben sind die Füllörter mit türstockähnlichem Eisenausbau versehen. Die Beine bestehen aus eisernen Röhren von 157 mm Wandstärke, auf dieselben sind Eisenbahnschienen als Kappen gelegt. Die Verschalung erfolgte dicht mit eichenen Brettern<sup>3)</sup>.

**48. Eisenausbau in Gouley bei Aachen.** — Auf Grube Gouley bei Aachen ist die Hauptförderstrecke des Flötzes Meister R mit Ellipsen

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1880, Taf. V, Fig. 1.

2) Ebenda S. 108.

3) Serlo, Bergbaukunde 1884, I, S. 663.

großen Profils ausgebaut. Dabei wurden bezahlt: Für Streckenauffahren einschl. Förderung bis zum Querschlage, ferner für den Einbau der Ellipsen und Verschalung derselben, sowie für Legen des Fördergestänges auf ein Meter fertige Streckenlänge:

an Arbeitslohn . . . . .	6,50 <i>M</i>
1 elliptischer Bogen . . . . .	13,05 -
20 Pfähle zur Verschalung . . . . .	1,00 -
1 eichene Schwelle . . . . .	0,25 -
1 Förderbahn . . . . .	1,50 -
<hr/>	
Zusammen	22,30 <i>M</i> .

Die gewonnenen Kohlen wurden hierbei nicht vergütet.

**49. Verwendbarkeit des Eisenausbau.** — Für starken Druck ist Eisenausbau nicht zweckmäßig, weil sich Schmiedeeisen durchbiegt.

Am besten eignet sich Eisenausbau als Ersatz für Zimmerung in solchen Wettern, welche eine rasche Zersetzung des Holzes und ein häufiges Auswechseln des letzteren erwarten lassen, ferner bei mäßigem Drucke auch als Ersatz für Mauerung, weil Eisenausbau rasch einzubringen ist, sodann weil man die bei Mauerung in der Regel notwendige verlorene Zimmerung und außerdem, wie schon bemerkt, an Streckenweite, somit also an Gedingelohn und Förderkosten für die gewonnenen Berge spart.

Bei der Berechnung der Gesteungskosten für 1 m Länge ist außerdem zu berücksichtigen, daß sich Eisenausbau in den meisten Fällen wieder gewinnen und mindestens als altes Material, mitunter auch noch mehrmals zum Streckenausbau, verwerten läßt.

## 7. Kapitel.

### Eisenausbau in Schächten<sup>1)</sup>.

**50. Eisenausbau mit Ringen.** — Hierbei werden die Schächte nur so weit, als es das Gestein und die Wasserzugänge erfordern, in oberen Teufen wasserdicht ausgemauert, darunter beginnt der Ausbau mit eisernen Ringen aus dem in Fig. 503 dargestellten  $\sqcup$ -Eisen, dessen glatter Rücken nach außen gelegt ist. Jeder Ring, von welchem das laufende Meter bei 2,89 m lichter Schachtweite (Camphausenschacht III. ca. 42,5 kg wiegt, besteht aus vier gleichen Quadranten, welche an den

<sup>1)</sup> Wenderoth in Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 290 ff. — Ebenda 1881, Bd. 29, S. 249.

Wechseln mittels gußeiserner, genau in das lichte Profil der  $\sqsubset$ -Eisen passender Laschen und einfacher, schmiedeeiserner Bolzen, von welchen symmetrisch je zwei auf das Ende eines Quadranten kommen, verbunden sind (Fig. 504 und 505).

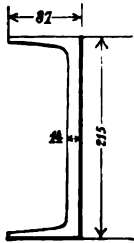


Fig. 503. Profil der eisernen Bogen für Schachtausbau in Saarbrücken.

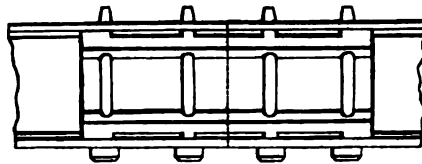


Fig. 504. Verbindung des Schachtringquadranten.



Fig. 505.

Das Gewicht eines vollständigen Ringes beträgt ca. 800 kg, die Kosten waren je nach dem Eisenpreise sehr verschieden, sie stellten sich im Jahre 1872 mit 391,09  $\text{M}$  für den Ring am höchsten, bei einer späteren Vergebung indes nur auf 133,41  $\text{M}$  loco Grube.

Die Bolzen zwischen den Ringen bestehen gleichfalls aus  $\sqsubset$ -förmigem Schmiedeeisen, sie sind an den Enden etwas umbogen und mit Löchern zum Durchstecken von Schraubenbolzen versehen (Fig. 506).



Fig. 506. Bolzen.

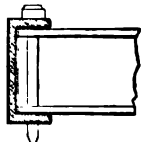


Fig. 507. Verbindung der Schachtringe und Einstriche.



Fig. 508. Befestigung der Leitungen an den Einstrichen.

Während bei den übrigen Schächten auch die Schachtscheider mit ihren Einstrichen aus Holz bestehen, sind diese, sowie die Leitungen, bei den 5,168 m weiten Maybachschächten (Saarbrücken) ebenfalls aus Eisen hergestellt, sodaß nur noch die Verschalung der Felder aus Holz besteht. Bei dem kleinen, zum Wetterschachte bestimmten Camphausenschachte III ist auch für die Verschalung Eisenblech, welches mit den Ringen verschraubt wurde, gewählt.

Die Schachtscheider bestehen bei den Maybachschächten aus I-Eisen kleineren Profiles, die Leitungen aus ungleichschenkligem I- oder aus T-Eisen.

Die Schachtscheider (Einstriche) werden an den Ringen durch Bolzen (Fig. 507), unter sich durch Winkelleisen und Schrauben befestigt.

Die Leitungen *l* werden durch Laschen und Schrauben (Fig. 508) an den Einstrichen *e* in ähnlicher Weise angebracht, wie Grubenschienen auf eisernen Schwellen.

Sämtliche Teile werden vor dem Einbau mit einem zweimaligen Anstriche von Mennige versehen.

Der Einbau der Ringe geschieht auf folgende Weise: Nachdem 6 m abgeteuft sind, werden 4 Ringe zu gleicher Zeit eingebracht, 2 m bleiben frei, um den Ausbau nicht durch das Schießen zu verletzen. Der oberste Ring wird auf vier Träger (unter jeden Wechsel ein Träger) gelegt, welche in den Schachtstößen eingebaut sind. An diese werden zunächst die Bolzen (Fig. 506) geschraubt, sodann die Quadranten einzeln eingehängt, am Seile gleichfalls mit den Bolzen verschraubt und schließlich durch Einlegen der Laschen und Einstecken der vier Bolzen an den Wechseln verbunden.

Sind auf diese Weise vier Ringe untereinander gehängt, so werden sie von unten nach oben einzeln abgelotet, fest verkeilt, auch wohl durch kurze eiserne Stangen gegen das Gestein abgestrebt, und schließlich mit Eichenbohlen verzogen, wobei hinter den letzteren gleichzeitig dicht mit Bergen verfüllt wird.

Jedesmal der zehnte Ring wird sodann, um ein Abreißen zu verhüten, durch eingebühnte Träger, welche in einer senkrechten Ebene mit den Einstrichen liegen, unterstützt.

Schließlich werden die Einstriche mit Leitschienen eingebaut, überhaupt der Schacht betriebsfähig hergestellt.

**51. Kosten des Ausbaues mit eisernen Ringen und Leistungen beim Abteufen<sup>1)</sup>.** — Derartige Schächte mit rundem eisernen Ausbau werden mit Handbohrarbeit durchschnittlich 14 bis 16 m im Monat abgeteuft, während für rechteckige Schächte in Bolzenschrotzimmerung ein monatliches Abteufen von 9 m (einschl. des Ausbaues) schon als recht günstig betrachtet wird.

Die gesamten Materialkosten stellten sich bei Maybachschacht II für 1 m Schachttiefe anfänglich auf 274,74 *M*, für den 5,2 m weiten neuen Förderschacht der Grube von der Heydt im Februar 1882 auf 266 *M* und der gleiche Ausbau für den Schacht III der Grube Itzenplitz (ausschl. Fahrten) im Oktober 1883 sogar nur auf 199 *M*. Bezüglich der Materialkosten des Ausbaues von Wetterschächten mit 5 mm starker Blechverkleidung, welche für den Camphausenschacht III von 2,98 m Durchmesser

1) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 29.

im Jahre 1876 135 *M* betrugen, können noch folgende Beispiele angeführt werden.

Im Jahre 1882 kosteten 70 m Ausbau eines Wetterschachtes von 2,9 m lichter Weite für die Grube Kohlwald, also fast genau von derselben Weite, und genau von derselben Einrichtung, wie Camphausen III, 103 *M* für das steigende Meter. In demselben Jahre 1 m Ausbau eines Wetterschachtes für die Grube Heinitz, von 5,5 m lichter Weite, mit eisernen Ruhebühnen und Fahrten, auf 270 m Teufe 252 *M*. Im Mai 1882 wurde der Ausbau eines 2,5 m weiten Wetterschachtes der Grube Kohlwald in der Weise, wie der des Camphausen-Schachtes III, auf 35 m Teufe zu 113 *M* für 1 m Schachtteufe vergeben.

In dem Schachte Kaiser Wilhelm II bei Clausthal, dessen lichte Weite 4,75 m beträgt, wiegt der Ausbau für 1 m Schacht 1225 kg und kostet 300,36 *M*. In 24 Stunden wurden 8 m Schacht einschl. Einstriche und Holzverschalung fertig ausgebaut, sodaß sich auch hier gegenüber der Verzimmerung ein wesentlich geringerer Zeitaufwand herausstellt.

Auch auf der Grube Samuelsglück bei Beuthen, auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz, sowie für Nebenschächte (Absinken), Bremsschächte und als verllorener Ausbau findet der eiserne Schachtausbau in Verbindung mit der runden Schachtform sehr zweckmäßige Verwendung<sup>1)</sup>.

---

## C. Mauerung oder Ausbau in Stein.

### 8. Kapitel.

#### Material.

52. **Allgemeines.** — Es wird hier zunächst von der gewöhnlichen Mauerung die Rede sein, während die wasserdichte weiter unten besprochen werden soll. Indes sind hier, des Zusammenhanges wegen, die für letztere gebrauchten Materialien mit zu erwähnen.

Die für Mauerung nötigen Materialien sind Steine und Mörtel.

Mauerung ohne Mörtel heißt trockene, mit Mörtel nasse Mauerung.

Die Steine sind entweder natürliche oder künstliche (Ziegel, Schlackensteine u. s. w.).

---

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 239.

## a. Steine.

**53. Natürliche Steine.** — Die natürlichen oder Bruchsteine (Sandstein, Grauwacke, Kalkstein u. s. w.) müssen in Bänken von 15 bis höchstens 40 cm Mächtigkeit brechen. Sie besitzen dann bereits zwei natürliche Lagerflächen, sodaß nur noch die vordere Fläche (Kopf) und die beiden Seitenflächen zu bearbeiten sind. Trotzdem kommt die Mauerung mit Bruchsteinen, gerade wegen des Behauens, sehr teuer und kann deshalb nur beschränkte Anwendung finden. Kohlensandsteine mit kalkigem Bindemittel zerfallen an der Luft und dürfen deshalb nur bei Fundamentmauern verwendet werden.

**54. Künstliche Steine.** — Von weit größerer Wichtigkeit sind für die Grubenmauerung die künstlichen Steine, besonders die Ziegelsteine (Backsteine). Die Schlackensteine (saure Schlacken vom Schliebschmelzen) haben sich nur in beschränktem Maße bewährt. Bei starkem Drucke sind sie nicht widerstandsfähig genug, auch eignen sie sich nicht für nasse Mauerung, weil sie den Mörtel nicht anziehen.

Ein guter Ziegelstein muß zunächst hart und fest sein und beim Anschlagen klingen, er hat sonst nicht allein eine ungenügende Widerstandsfähigkeit gegen Druck, sondern es ergibt sich auch beim Auf- und Abladen zu viel Verlust durch Bruch.

Gleichzeitig muß aber ein solcher Stein genügend porös sein, um etwa  $\frac{1}{15}$  seines Gewichtes an Wasser aufnehmen zu können, weil er sonst den Mörtel nicht anzieht. Ziegel mit glasierter, geflossener Oberfläche sind deshalb auszuschneiden.

Ferner dürfen die Ziegelsteine an der Luft nicht zerfallen, was leicht geschieht, wenn sie aus kalkigem Lehm gebrannt sind, wodurch sie Einschlüsse von Kalk (Lederkalk, Ätzkalk) erhalten, welcher sich bei Zutritt von Feuchtigkeit löscht, dabei aufbläht und den Stein zersprengt.

Endlich müssen gute Ziegelsteine möglichst gerade Kanten und Flächen haben.

Am besten entsprechen diesen Bedingungen die garen Ziegel, während ungare zu weich und bröcklig, übergare nicht porös genug sind.

Für die preußischen Staatsbauten ist die Form der Ziegel mit 25 cm Länge,  $12\frac{1}{2}$  cm Breite und  $6\frac{1}{2}$  cm Dicke vorgeschrieben.

In neuerer Zeit hat man für wasserdichte Mauerung in den Schächten bei St. Étienne, und seitdem häufiger in Frankreich, künstliche Steine aus Zement verwendet. Dieselben wurden aus einer Mischung von 24000 kg hydraulischem Kalk (Wasserkalk), 13000 kg Zement, 47 cbm gesiebter Kohlenasche und 72 cbm feinem und sehr trockenem Sande hergestellt, welche 100 cbm Beton ergaben. (Vergl. 61.)

Zu einem Schachte von 3,50 m Durchmesser brauchte man für einen Umgang 13 Steine von 0,84 m Bogenlänge mit 5 mm Fugenbreite, die

Länge der Steine war 30 cm, die Höhe 45 cm. Zum vollständigen Erhärten brauchten die Steine vier Monate<sup>1)</sup>.

Gewöhnlich werden für denselben Zweck Klinkerziegel, d. h. Ziegelsteine aus sehr reinem, eisenfreiem Ton benutzt, welche ein scharfes Brennen ertragen und dadurch sehr hart werden, ohne an ihrer Oberfläche zu fritten.

#### b. Der Mörtel.

**55. Luftmörtel.** — Für die gewöhnliche Mauerung braucht man Luftmörtel, für die wasserdichte dagegen hydraulischen Mörtel.

Der Luftmörtel besteht aus gelöschtem Kalk oder gebranntem Gips mit einem Zusatz von Sand, gesiebter Kohlschlacke, Schlackensand u. s. w. Dieser Zusatz soll dem Kalk eine größere Berührungsfläche darbieten, ohne ihn würde der Mörtel beim Erhärten rissig werden.

Der Kalk wird durch Brennen von Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ ), also durch Vertreiben der Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) dargestellt, sodaß kaustischer Kalk ( $\text{CaO}$ ) zurückbleibt, welcher in der Technik die Bezeichnungen gebrannter Kalk, Weißkalk, Lederkalk u. s. w. erhält.

Das Löschen geschieht in der Regel in Erdgruben oder in Kasten durch Übergießen mit Wasser unter stetem Umrühren, so lange, bis sich ein dicker, weißer Brei gebildet hat.

Da derselbe sich nicht gut transportieren läßt, auch die Transportgefäße verunreinigt, so löscht man (guten, fetten) Kalk auch wohl in der Weise, daß man kleine Haufen vorsichtig mit der Brause übergießt, nach jedem Übergießen aber sorgfältig mit der Schaufel durcharbeitet, bis der Kalk zu Pulver zerfallen ist, welches nunmehr durchgeseiht, in die Grube geschafft, an Ort und Stelle mit Sand vermischt und unter Zusatz von Wasser sofort verbraucht wird. Für jede Arbeitsschicht muß eine neue Menge Kalk gelöscht werden.

Je reiner das Rohmaterial (Kalkstein) war, desto fetter wird der gelöschte Kalk. Derselbe wird mager, wenn der Tongehalt des Kalksteines zunimmt, bis er schließlich die Fähigkeit des Löschens gänzlich verliert, dafür aber die Eigenschaften des hydraulischen Mörtels annimmt.

Der fette Kalk »gedeiht« beim Löschen bis zu  $\frac{4}{4}$ , der magere nur bis  $\frac{1}{4}$  seines Volumens, der fette erträgt viel, der magere wenig Sandzusatz. Die Grenzen schwanken zwischen  $\frac{2}{3}$  und  $\frac{3}{4}$  bis zum dreifachen der Kalkmenge.

Bei großem Verbräuche löscht man im Spätherbste den Vorrat für den Winter in Kalkgruben ein und bedeckt ihn mit Sand oder Wasser.

Die Erhärtung des Kalkes<sup>2)</sup> erfolgt dadurch, daß derselbe aus der

1) Serlo, Bergbaukunde 1885, I, S. 703. — Bulletin de la société de l'industrie minérale, 2. sér., t. III, S. 723.

2) Dinglers polyt. Journ. Bd. 147, S. 190; Bd. 49, S. 271. — Poggendorffs Annalen der Physik Bd. 27, S. 591.



Luft wieder Kohlensäure anzieht. Im Laufe langer Zeiträume zeigt sich auch eine Einwirkung des Kalkes auf den Quarzsand, indem sich eine mit dem Alter des Mauerwerkes wachsende Menge von kieselsaurem Kalk bildet.

**56. Wasserkalke.** — Den Übergang zwischen dem gebrannten Kalk oder Weißkalk und den natürlichen Zementen bilden die Wasserkalke, welche durch Brennen von Kalksteinen mit 10 bis 30% Tongehalt gewonnen werden. Alle diese Kalke zeigen hydraulische Eigenschaften, welche sich je nach dem Tongehalte bemerklich machen, lassen sich aber bei 30% noch einlösen. Beim Gebrauche bedürfen die Wasserkalke noch eines Zusatzes von wirklichem hydraulischen Mörtel.

**57. Hydraulischer Mörtel.** — Die hydraulischen Mörtel<sup>1)</sup> enthalten im wesentlichen Kieselsäure, Kalk und Tonerde, wobei indes die Kieselsäure in aufgeschlossenem Zustande vorhanden sein muß.

Beim Brennen des Rohmaterials (tonhaltiger Kalkstein, bezw. Mischung von Ton, also kieselsaurer Tonerde und Kalkstein) wird nicht allein die Kieselsäure aufgeschlossen, sondern es wird auch die Kohlensäure des Kalksteines ausgetrieben. Das frei gewordene Calciumoxyd ( $CaO$ ) trennt als starke Basis die durch das Brennen schon gelockerte Verbindung der Kieselsäure und Tonerde vollends und bildet demnächst bei der Erhärtung Doppelsalze von Kalk mit Kieselsäure und Tonerde, unter gleichzeitiger Aufnahme von Wasser.

Während die Luftmörtel an der Luft erhärten, sich unter Wasser aber auflösen, werden die hydraulischen Mörtel auch unter Wasser hart.

Von den letzteren hat man zu unterscheiden: Traßmörtel, natürliche oder Romanzemente, und künstliche oder Portlandzemente.

Hierzu sind in neuerer Zeit die Magnesiazemente<sup>2)</sup> getreten, welche man bei Mauerungen in salzigem Wasser anwendet. Dieselben bestehen aus gebranntem Magnesit, welcher mit einer Chlormagnesiumlösung von 20 bis 30° Baumé angerührt wird. Die Erhärtung erfolgt durch Bildung von Oxychloriden des Magnesiums, welche eine krystallisierte feste Beschaffenheit haben.

**58. Traßmörtel.** — Unter Traßmörtel versteht man ein Gemenge von gelöschtem Kalk und Traß. Dieser ist gemahlener Duck- oder Tuffstein, d. h. ein vulkanischer Tuff, welcher im Brohltale und Nettetale bei Andernach am Rhein vorkommt, und die Kieselsäure in bereits aufgeschlossenem Zustande enthält.

Ein Teil Traß kann auch durch Ziegelmehl ersetzt werden. Im allgemeinen nimmt man in Westfalen 2 Vol. Traß auf 1 Vol. Kalk und dabei Ziegelmehl zum Traß, wie 3 : 5 bis 1 : 4. Statt Ziegelmehl setzt man auch wohl etwas gesiebte Steinkohlenasche zu.

1) Dr. W. Michaelis, Die hydraulischen Mörtel. Leipzig 1869.

2) Organ des »Verein der Bohrtechniker« 1900, Nr. 16. — Zeitschr. f. angew. Chemie 1902, S. 44.

Eine Beimengung von Sand darf nur bei unwichtigen Bauten vorkommen, weil der hydraulische Mörtel dadurch nur billiger, gleichzeitig aber schlechter gemacht wird. Je stärker deshalb der Wasserdruck anzunehmen ist, um so reiner hat man den Traßmörtel zu verwenden. Derselbe muß außerdem immer frisch verbraucht werden. Die Erhärtung erfolgt frühestens in 3 bis 4 Monaten, je nach der geringeren oder größeren Beimischung.

**59. Natürlicher oder Romanzement.** — Steigt der Tongehalt eines Kalksteines über 30%, so zerfällt er nach dem Brennen weder an der Luft noch im Wasser. Derselbe wird gemahlen, in Tonnen verpackt und unter dem Namen natürlicher oder Romanzement in den Handel gebracht.

Beim Gebrauche wird der Romanzement mit Wasser angemacht und mit Sand vermengt, der aber lediglich die Masse vermehren, also billiger machen soll. Bei der Schachtmauerung auf der Zeche Ver. Präsident bei Bochum mengte man 2 Teile Romanzement mit 1 Teil Sand, ferner für Dämme daselbst 2 und 3 Teile Zement mit 3 Teilen Sand.

Die natürlichen Zemente erhärten schon in 15 bis 20 Minuten, sind also für solche Zwecke vorteilhaft zu verwenden, bei denen man eine rasche Erhärtung wünscht.

**60. Künstlicher oder Portlandzement<sup>1)</sup>.** — Da das Vorkommen von Kalksteinen mit gerade passendem Tongehalte in der Natur ziemlich selten und der letztere außerdem schwankend ist, so mischt man ton- und kalkhaltige Gesteine derart, daß sich ein richtiges Verhältnis zwischen Ton und Kalk ergibt. Dieses Gemenge, ebenfalls gebrannt, gemahlen und in Fässer verpackt, heißt Portlandzement.

Derselbe hat vor dem Romanzement den bedeutenden Vorzug, daß man ihm durch Mischung jeden beliebigen Grad von Bindefähigkeit geben kann. Die Erhärtung erfolgt etwas langsamer, als beim Romanzement.

Auch den Portlandzement vermischt man vor dem Zugießen von Wasser mit einem möglichst schlammfreien, quarzigen und körnigen Sand, wobei sich eine Mischung von 1 Teil Zement und 2 Teilen Sand empfiehlt. Bei gutem Zement und wenig wichtigen Zwecken kann man aber bis auf 3 Teile Sand bei 1 Teil Zement steigen.

Die Zementtonnen werden von allen Fabriken in gleicher Größe und Form von 0,100 cbm Inhalt, 187½ kg Netto- und 200 kg Bruttogewicht angewendet.

**61. Beton.** — Beton ist eine Mischung von hydraulischem Mörtel mit Sand, Gerölle, Bruchstücken von Ziegeln, Sandstein, Schlacken u. s. w.

---

1) Serlo, Bergbaukunde 1878, I, S. 591. — Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst, Bd. 1, S. 771. — Schubarth, Handb. der techn. Chemie, Bd. 2, S. 365. — Dinglers polyt. Journ. Bd. 202, S. 434.

Beim Grubenausbau wird Beton besonders zur Hinterfüllung von wasserdichtem Ausbau, u. a. bei der hölzernen Cuvelage, ferner bei Bohrschächten und zur Verkleidung von Strecken und Schachtstößen<sup>1)</sup> an Stelle wirklicher Mauerung angewendet. Diese Verkleidung, in einer Stärke von 15 bis 20 cm mit Hilfe eines Lehrgerüsts aufgetragen, schließt die Luft ab und verhütet das Abziehen von Gesteinsschalen, sowie das Aufblähen von Ton infolge der Aufnahme von Feuchtigkeit. In Mansfeld wurde im Jahre 1886 ein 1000 m langer, in mildem, tonigem Rotliegenden getriebener Stollen mit einer Mischung von 1 T. Zement,  $2\frac{1}{2}$  T. Steinschlag und  $4\frac{1}{2}$  T. Kies betoniert. Das laufende Meter kostete 51,70  $\mathcal{M}$ . Auch auf den Gruben der Braunschweigischen Kohlenbergwerke in Helmstedt hat man sowohl unterirdische Maschinenräume, als auch Strecken, welche lange offen bleiben müssen, mit Beton verkleidet, welcher aus 1 T. Zement und 10 T. Kies besteht.

62. **Monier-Mauerung**<sup>2)</sup>. — Dieselbe besteht darin, daß ein Drahtgeflecht auf beiden Seiten mit Mörtel überzogen wird, derart, daß Wände, Röhren u. s. w. selbst bei geringer Wandstärke recht haltbar sind. Es erscheint naheliegend, daß dasselbe Verfahren auch für manche Grubenzwecke (Wetterscheider, Verkleidung von Schacht- und Wetterstößen) günstige Verwendung finden wird, wie es denn auch vor der Monierschen Erfindung im Rammelsberge bei Goslar zur Herstellung von 30 cm weiten Zementröhren bereits im Jahre 1886 zu einer Betriebswasserleitung mit bestem Erfolge verwendet ist<sup>3)</sup>.

## 9. Kapitel.

### Mauerung in Strecken und Abbauen.

63. **Mauerungsarten.** — Die einfachste und gewöhnlichste Art der Mauerung in Strecken und Abbauen ist die geradstirnige Scheibenmauer, während die krummstirnige, d. h. eine Scheibenmauer mit flach gewölbter Vorderfläche, nur da vorkommt, wo ein stärkerer Seitendruck abzuwehren ist, und wo man in Firste und Sohle geeignetes Gestein für das Anbringen der Widerlager hat.

Die geradstirnige Scheibenmauer kann trocken und naß, senkrecht und mit Böschung hergestellt werden.

1) Compt. rend. mens. Soc. de l'ind. min. Mars 1858, S. 43.

2) Das System Monier, Eisengerippe mit Zementumhüllung, von G. A. Wayos. Berlin NW., Alt-Moabit 97. — B.- u. H.-Ztg. 1891, S. 175.

3) B.- u. H.-Ztg. 1889, S. 71. — Preuß. Zeitschr. 1888, Bd. 36, Heft 3.

Trockene Scheibenmauern, aus Bruchsteinen hergestellt, kommen u. a. in den Firstenbauen auf solchen mächtigen Gängen vor, in denen große und schwere Erzpartien in mildem Schiefer eingelagert sind und deshalb, durch keinerlei Spannung eingeschränkt, einen enormen Druck ausüben, welchem Zimmerung schwer zu widerstehen vermag.

Auf der Grube Hilfe Gottes bei Grund am Harz<sup>1)</sup> führte man früher unter solchen Umständen unter jedem Stoße aus guten Bruchsteinen zwei trockene Scheibenmauern *aa* (Fig. 509) in der Mitte zwischen Hangendem und Liegendem auf, so daß eine Strecke zur Förderung und Fahrung offen blieb. Rechtwinklig dazu wurden die Scheibenmauern *b* gestellt und deren Zwischenräume mit Bergen verfüllt. Die Steine wurden in einem dicht beim Schachtgebäude liegenden Bruche gewonnen. Ebenso gehören hierher die trockenen Scheibenmauern, welche man aus groben Stücken des Nebengesteines herstellt und beim Strebebau anwendet, um Förderstrecken im Bergeversatz offen zu erhalten, ferner die aus tauben Ganggesteinen hergestellten Abgestemme in den Firstenbauen u. s. w.

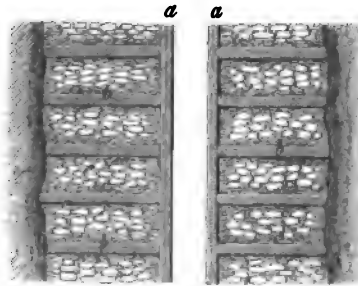


Fig. 509. Verwahrung der Firstenstöße auf der Grube Hilfe Gottes am Harz.

Auch die flachen, zwischen Hangendem und Liegendem eingespannten Bogen, z. T. aus Schlackensteinen, gehören zur trockenen Mauerung in Strecken und Abbauen. Dieselben werden u. a. in den wenig mächtigen Freiburger Gängen an Stelle der Firstenkasten in den Gezeugstrecken angewendet (Fig. 510).

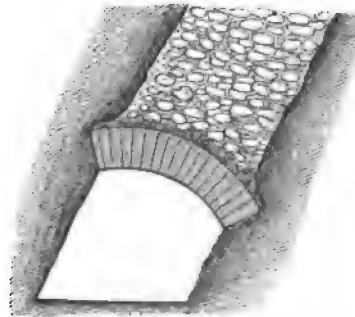


Fig. 510.  
Mauerbogen in Gezeugstrecken.

In Sachsen nimmt man an, daß derartige Gewölbe unter Verwendung von Gneiß bei 0,6 m Weite, sowie einer Spannung von 125 bis 200 mm auf 1 m Länge und 288 mm Stärke, einen Bergeversatz von 42 m Höhe tragen können. Man hat dafür die praktische Formel:  $s = 0,32 \sqrt{a}$ , und bei sehr starkem Drucke:  $s = 0,35 \sqrt{a}$ ; *a* bezeichnet die Spannweite im m, *s* die Mauerstärke des Gewölbes in mm.<sup>2)</sup> Im übrigen kommt in den Abbauen die eigentliche Mauerung weniger vor, hat aber um so größere Wichtigkeit für den Ausbau der Strecken.

1) B.- u. Hüttenm. Zeitg. 1859, S. 198.

2) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 723.

**64. Scheibenmauerung in Füllörtern, Hauptquerschlägen u. s. w.** — Zunächst sind hier die Scheibenmauern zu erwähnen, welche zum Ausbau von Füllörtern und Hauptquerschlägen benutzt werden, und auf welche man eiserne Kappen in gerader, oder nach Saarbrücker Vorgange in gewölbeartig gebogener Form (Fig. 495) außerdem auch hölzerne Kappen legt.

Gegen seitliches Verschieben schützt man die Scheibenmauern durch Einsetzen in einen Schlitz von etwa 16 cm Tiefe. Ist die Festigkeit des Gesteines in der Sohle gering und der Seitendruck stark, dann ist zwischen dem Fuße der Scheibenmauer ein nach unten gerichteter Bogen zu spannen, jedoch hat man in solchem Falle zu überlegen, ob es nicht besser ist, die Scheibenmauerung, welche eigentlich nur für Firstendruck bestimmt ist, ganz aufzugeben und runde oder elliptische Mauerung anzuwenden, welche bei fester Sohle unten offen gelassen werden kann.

Des Eindrückens von Scheibenmauern in die Sohle verhütet man durch Unterlegen von Balken oder starken Bohlen.

**65. Gewölbemauerung.** — Hat man hauptsächlich starkem Firstendrucke zu begegnen, so stellt man die Oberfläche (>den Kopf<) der Scheibenmauern als Widerlager her und spannt ein Gewölbe darüber, dessen Spannung  $a$  (Fig. 511), d. i. der rechtwinklige Abstand des Scheitels von der Mitte einer 1 m langen Sehne, mit der Größe des Druckes wächst.

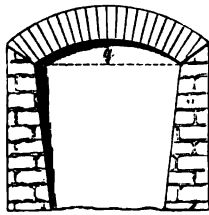


Fig. 511. Gewölbemauerung.

Das Herstellen der Gewölbe geschieht mit Lehrbogen und darauf angebrachter Verschalung, welche aber nur von Lehrbogen zu Lehrbogen reicht, also etwa 1 m lang ist. —

Bisweilen wird auch bei Ziegelsteingewölben die Lehre einfach dadurch hergestellt, daß man zwischen den vorderen Punkten der Widerlager dünne, biegsame Brettstreifen von gleichmäßiger Stärke ausspannt, was noch den Vorteil hat, daß die Strecke weniger verbaut wird und daß die Maurer bequemer arbeiten können, als bei Lehrbogen mit Verschalung.

Gewölbesteine werden von beiden Widerlagern aus, der Schlußstein also zuletzt eingesetzt. Schließlich verfüllt man den Raum über dem Gewölbe dicht mit Bergen.

Kommt Druck von allen Seiten, so wird eine geschlossene Mauerung mit kreisförmigem Querschnitte (Tonnengewölbe), für eingeleisige Strecken auch die elliptische Form angewendet.

Auf der Braunkohlengrube Marie Luise bei Neindorf hat die Ellipse Durchmesser von 1,175 m und 1,975 m. Die Mauerstärke beträgt  $12\frac{1}{2}$  cm. Die Kosten für 1 m Mauerung betrugen:

## a. Für Material.

300 St. Ziegelsteine, 1000 St. 30  $\mathcal{M}$  = 9,00  $\mathcal{M}$ 0,5 hl Kalk à 1,66  $\mathcal{M}$  . . . . . = 1,00 -0,3 cbm Sand à 2,25  $\mathcal{M}$  . . . . . = 0,68 -Summe a.: 10,68  $\mathcal{M}$ b. Für Arbeiterlohn: 6,00  $\mathcal{M}$ Zusammen: 16,68  $\mathcal{M}$ .

Bei sehr starkem Druck hat man in Westfalen zur Schonung des Gewölbes Holzklötze mit eingemauert. Diese werden erst zusammengepreßt, bevor der Druck auf die Steine wirken kann.

66. **Tragwerk und Wasserseige.** — Um die Schwellen für das Tragwerk und für die Förderbahn anbringen zu können, stellt man bei Scheibemauern kurze Hölzer *a* auf die Sohle (Fig. 505), zwischen welchen die Stege *b* mit Überschnittenem fest eingetrieben werden.

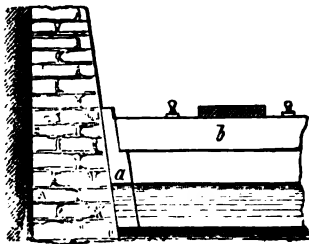


Fig. 512.  
Anbringen des Tragwerkes in  
Streckengewölben.

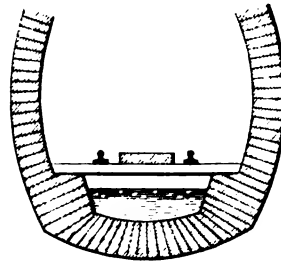


Fig. 513.  
Herstellen der Wasserseige in geschlossenen  
Gewölben.

Bei geschlossener Gewölbemauerung verstärkt man die Mauerung bis etwas über die Wasserseige und legt die Schwellen auf die dadurch gebildeten Flächen (Fig. 513).

Will man die Strecke zur Pferdeförderung verwenden, so überspannt man die Wasserseige mit einem flachen Bogen, in welchem jedoch behufs Reinigung der Wasserseige Einsteigelöcher gelassen werden müssen, und bedeckt den Bogen mit Bergen, deren Oberfläche man entweder pflastert (mit Steinen oder Hirnholz), oder mit feinem Gebirge einebnet und feststampft.

Derartig überwölbte Wasserseigen sind auch für die Wetterführung zu benutzen, indem in denselben die verbrauchten Wetter und der Pulverdampf vom Orte her zurückgehen können.

67. **Mauerstärke und verlorene Zimmerung.** — Die Stärke der Mauern beträgt bei Ziegeln, wenn es auf Verband ankommt,  $1\frac{1}{2}$  Steine, sonst 1 oder 2 Steine.

Der Mauerung muß in den meisten Fällen ein verlorener Ausbau in Holz vorausgehen, dessen lichte Weite derjenigen der Strecke einschließlich der Mauerstärke entspricht, und welcher bis auf die Verzughölzer gewöhnlich wiedergewonnen werden kann.

Bei sehr druckhaftem, besonders bei schwimmendem Gebirge muß man zu dem Zwecke zuerst die Spitzen der Getriebepfähle untermauern und rückwärts anschließen.

## 10. Kapitel.

### Gewöhnliche Ausmauerung von Schächten.

**68. Allgemeines.** — Die Ausmauerung kann von unten nach oben in einem Stücke oder in Absätzen erfolgen. Im ersten Falle muß ein vollständiger, verlorener Holzausbau vorausgehen, den man jedoch beim Ausmauern größtenteils wiedergewinnt. Beim absatzweisen Ausmauern dagegen ist entweder gar kein verlorener Ausbau, oder doch nur ein solcher für jeden Absatz nötig.

Die Form der Schächte ist für die Mauerung am besten kreisrund. seltener wendet man die ovale Form an, welche schwieriger herzustellen ist, als die runde, ohne deren Vorteile in Bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen den Gebirgsdruck zu bieten.

Die Mauerstärke beträgt bei sehr weiten Schächten und Ziegelmauerwerk höchstens  $1\frac{1}{2}$  Steine, für Schächte von geringer Weite genügt 1 Stein.

Im letzteren Falle und bei rundem Querschnitte wendet man übrigens vielfach keilförmige Ziegelsteine an, wobei sowohl an Mörtel, als auch an Zeit und Arbeitslohn gespart wird.

Bei vier flachen Bogen, oder krummstirnigen Scheibenmauern, hatte man in Saarbrücken<sup>1)</sup> bei Bruchsteinen eine Mauerstärke von 471 bis 523 und 628 mm, sowie eine Spannung von 80 bis 125 mm. Gaetzschmann gibt die Spannung zu 30 bis 60 mm für 1 m Sehne an.

Die Mauerung geschieht von einer festen oder besser von einer fliegenden Bühne (94) aus. Demanet<sup>2)</sup> gibt an, daß man bei guter Einrichtung der Arbeit von einer fliegenden Bühne aus mit der Mauerung bis zu 2,50 m täglich aufrücken könne.

Soll während der Ausmauerung abgeteuft werden, so geht durch die fliegende Bühne hindurch ein durch Verschlagen mit Schwarten hergestelltes Trumm zum Fördern der Berge, während das Mauermaterial durch

1) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 162.

2) Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke von Ch. Demanet. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885, S. 131.

besondere Haspel auf die Bühne gelangt. Selbstverständlich ist dies nur bei Schächten von genügendem Querschnitte möglich.

**69. Mauerung in einem Stücke.** — Die vom tiefsten Punkte beginnende und bis oben hin in einem ununterbrochenen Stücke auszuführende Schachtausmauerung fundamementiert man in oder auf einer festen, unzerklüfteten Gesteinsschicht, entweder in der bei der wasserdichten Mauerung angewendeten Weise, indem man dem Mauerfuße eine doppelt konische Form gibt, oder indem die Mauer mit einer fußähnlichen Verstärkung (Fig. 514) auf die Sohle gestellt wird. Da man hierbei jedoch einen Teil des Mauergewichts auf die Schachtstöße unterhalb der Mauerung überträgt, so sichert man die Schachtstöße durch einige Meter ganze Schrotzimmerung, bevor man mit Bolzenschrotzimmerung fortfährt.

Für die Anbringung von Einstrichen, welche die Schachtscheider bilden sollen, sowie für Pumpen- und Bühnenlager, müssen in der Mauerung Vorkehrungen getroffen werden, welche, wenn auf Auswechseln



Fig. 514.  
Einfacher Mauerfuß.

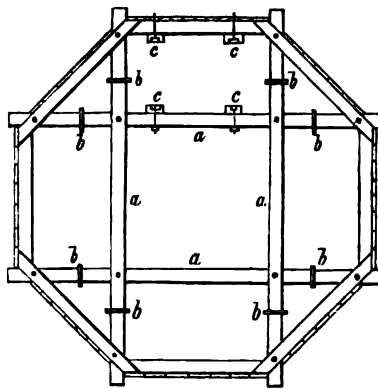


Fig. 515.  
Verlorene Zimmerung.



Fig. 516.

Bedacht zu nehmen ist, so einzurichten sind, daß die betreffenden Hölzer leicht eingelegt und weggenommen werden können.

Zu dem Ende läßt man entweder Nischen offen, oder man mauert, wie bei der wasserdichten Ausmauerung, einzelne etwas vorkragende Bruchsteine, auch wohl eiserne Konsolen mit ein, oder stellt die letzteren dadurch her, daß man einzelne Steine vorkragen läßt. Dabei müssen jedoch kleine Nischen in die Mauerung eingehauen werden, damit die Einstriche u. s. w. nicht seitwärts herausgedrängt werden können.

Die verlorene Zimmerung ist entweder viereckig, oder, wenn man das Herausheben der Ecken im Gestein ersparen will, besser polygonal einzurichten.



Auf Zeche Dannenbaum bei Bochum verwendete man zu diesem Zwecke eine achteckige Zimmerung in Bolzenschrot. Über Tage legte man zunächst vier Tragehölzer *a* (Fig. 515) von je 8 m Länge und 16 bis 18 cm Stärke, an denen man mittels eiserner Haken *b* (Fig. 516) von 1,81 m Länge die übrigen für die Schachtscheider, sowie für das Aufnehmen der Spurlatten *c* bestimmten Tragehölzer von 6 m Länge aufhing. Über jedes dritte bis sechste Gevierte, je nach Festigkeit der Schachtstöße, wurden Tragehölzer im festen Gesteine eingebüht.

In dem 5,02 m weiten Schachte der Zeche Hugo bei Buer (Westfalen) wurden bei 60 bis 602 m Teufe im Monate durchschnittlich 18 m einschl. Abteufen, Ausmauern und Einbauen der Schachthölzer fertig gestellt. Die Mauerung war  $1\frac{1}{2}$  Steine stark und die Belegschaft bestand aus 4 Kameradschaften von je 8 Mann. Das Gedinge für die Ausmauerung war 300 *M* für 1 m einschließlich des Lohnes für die Maschinisten und Heizer. In einem Tage wurden 5 m fertig gemauert.

**70. Absatzweise Ausmauerung.** — Man verfährt dabei im allgemeinen derart, daß man zunächst ein Stück abteuft, dasselbe ausmauert, demnächst wieder abteuft u. s. w.

Haben die Schachtstöße soviel Festigkeit, daß man ohne Gefahr etwa 10 m in einem Stücke abteufen kann, so ist es am vorteilhaftesten, jeglichen verlorenen Ausbau fortzulassen und das abgeteufte Stück sogleich auszumauern.

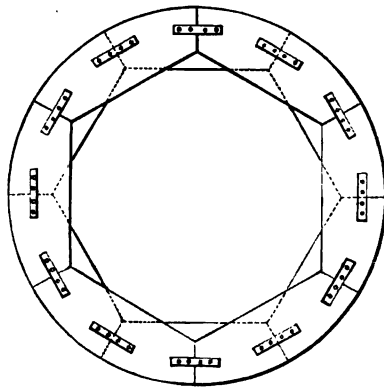


Fig. 517.

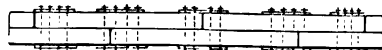


Fig. 515. Verlorener Holzabau in Oberschlesien.

Bei nicht genügender Festigkeit muß ein leichter, verlorenener Ausbau in Holz oder Eisen eingebracht werden, welcher ohne Beschädigung leicht auseinander zu nehmen und wieder zusammen zu setzen ist, so daß man ihn für jedes folgende Abteufen wieder verwerten kann.

In Oberschlesien werden bei absatzweisem Ausmauern Ringe von folgender Einrichtung häufig angewendet: Man legt zwei Reihen von Pfostenstücken aufeinander, deren Außenkanten, der Weite des Schachtes entsprechend, roh abgerundet sind (Fig. 517 und 518). Über die Wechsel kommen Laschen und

Schrauben. Die Ringe werden ebenfalls nach Art der Bolzenschrotzimmerung eingelegt und die Felder verzogen. Ein solcher Ring kostet etwa 65 *M*.

Am besten eignen sich für den verlorenen Ausbau die in 50. und 51. beschriebenen eisernen Ringe aus  $\sqsubset$ -Eisen, weil sie leicht verbunden und auseinander genommen werden können<sup>1)</sup>.

Da die Fundamentierung der Schachtmauer hierbei häufig vorkommt, so muß sie einfach und billig sein. Für die runde Form legt man deshalb in Couchant de Mons, ferner im Département du Nord in Frankreich, sowie in England, radfelgenartig zusammengesetzte Holzkränze auf die Sohle und setzt die Mauer darauf. Beim weiteren Abteufen bleibt zunächst eine Gesteinbrust stehen, unterhalb welcher erst allmählich die richtige Weite des Schachtes wiedergewonnen, und welche beim Aufücken des unteren Absatzes stückweise entfernt wird, um den Anschluß an den oberen Absatz herstellen zu können.

Der Holzkranz, dessen einzelne Teile durch Zapfen verbunden, oder auch einfach stumpf zusammengestoßen sind, wird sorgfältig horizontal gerichtet, gut verkeilt, bleibt nachher stecken und dient zum Anheften der Schachtscheider und zur sonstigen Auszimmerung des Schachtes.

Sind die Absätze so groß, daß die Mauerung vollständig erhärten kann, bevor man den Anschluß herstellt, dann legt man, wie im Scherbeningsschachte bei Scharley, gußeiserne, durch Laschen und Schrauben verbundene Kranzteile ein, welche man nach dem Entfernen der Gesteinsbrust wiedergewinnt.

Im Köhlerschachte der Ver. Mathildegrube (Oberschlesien) wurden zum gleichen Zwecke zwei konzentrische, aus je zwei Hälften bestehende Ringe von alten Eisenbahnschienen ohne Laschenverbindung angewendet, welche man später stecken ließ.

Weniger zweckmäßig, weil das gleichmäßige Setzen der Mauerung hindernd, ist das Verfahren, Tragejocher im festen Gesteine einzubühnen und durch Auflegen von Pfostenstücken für runde Form eine polygonale, für elliptische dagegen eine derselben entsprechende Unterlage zu schaffen<sup>2)</sup>.

**71. Kosten des absatzweisen Ausmauerns und Leistungen.** — Das stückweise Ausmauern des 4,1 m weiten Viktoriaschachtes II der Grube Gerhard bei Saarbrücken hat für 1 m Schachttiefe gekostet an:

1) Material . . . . .	129,50 $\mathcal{M}$
2) Einstrichen und Leitungen in Eisen . . . . .	70,00 -
3) Arbeitslöhnen . . . . .	96,00 -
Im ganzen	295,50 $\mathcal{M}$

Die Mauerstärke war  $1\frac{1}{2}$  Steine = 0,325 m.

Für einen Schacht von dem Durchmesser und der Einteilung des Maybachschachtes II würden sich diese Kosten bei einer Mauerstärke von zwei Ziegelsteinen (= 0,50 m) auf etwa 420  $\mathcal{M}$ , einschließlich der Fahrten,

1) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 223.

2) Ponson, Traité de l'expl. des mines de houille. Tome I, S. 372 u. 374.

Bühnen und Schachtscheider in Holz, auf höchstens 450 *M*, d. i. etwa um die Hälfte höher, als die des Ausbaues in Holz und Eisen stellen<sup>1)</sup>.

An Zeit erfordert das Fertigstellen eines nicht wasserdicht ausgemauerten Schachtes ein Drittel bis höchstens die Hälfte mehr, als die Vollendung eines mit eisernen Ringen ausgebauten Schachtes.

### D. Wasserdichter Ausbau.

72. **Allgemeines.** — Der wasserdichte Ausbau ist in erster Linie für Schächte wichtig und hat zunächst den Zweck, das Eindringen des Wassers in den Schacht zu verhindern, gleichzeitig aber auch den Gebirgsdruck aufzunehmen.

Da, wo die Umstände seine Anwendung zweckmäßig erscheinen lassen, gewährt der wasserdichte Ausbau wesentliche Vorteile, indem er eine kostspielige Wasserhaltung entbehrlich macht und die Trockenlegung der umliegenden Brunnen verhindert, wodurch Prozesse und teure Anlagen zur Wiederbeschaffung des entzogenen Wassers vermieden werden.

Ist jedoch zu befürchten, daß die im Schachte abgesperrten Wasser während des Abbaues der Lagerstätten dennoch in die Grube gelangen, so ist wasserdichter Ausbau der Schächte nur dann anzuwenden, wenn man den Schacht auf andere Weise nicht abteufen, also auch nicht zum Einbau genügend starker Pumpen kommen kann.

Als Beispiel eines, im ganzen seltenen, wasserdichten Ausbaues einer Strecke mit eisernen Tubblings ist derjenige auf der Tiefbauanlage Krug von Nidda bei Iserlohn<sup>2)</sup> zu erwähnen. Man fuhr bei 130 m Tiefe mit einem Querschlage eine wasserreiche Kluft an, welche, 1 m mächtig, mit sandigem Letten gefüllt und von verschiedenen kleineren Parallelklüften begleitet war, so daß man den Tubblingsbau im ganzen 17,15 m lang machen mußte.

Dieser schloß auf beiden Seiten mit Keilkränzen ab, wurde nach dem Verkeilen der in die Fugen gebrachten Fichtenbretter verschraubt, war aber im übrigen dem eisernen Ausbau in Schächten ganz ähnlich (11. Kap. 79 bis 83). In ähnlicher Weise verfuhr man auf dem Steinkohlenbergwerke Eschweiler-Reserve im Bergrevier Düren<sup>3)</sup>.

Der wasserdichte Ausbau kommt sowohl im festen, als auch im schwimmenden Gebirge vor. Es unterscheidet sich danach sowohl die Art und Weise des Ausbaues, als auch des Abteufens der Schächte.

1) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 28.

2) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 237.

3) Ebenda 1888, Bd. 36, S. 230.

Im festen Gebirge bei mäßigem Wasserzufluß werden die Schächte in gewöhnlicher Weise abgeteuft und darauf mit einem wasserdichten Ausbau in Holz, Eisen oder Stein versehen.

Im festen Gebirge mit großem Wasserzufluß wendet man die Bohrschächte, im schwimmenden Gebirge Getriebearbeit, die Senkschächte, das Gefrierverfahren von Poetsch, die Spundwand von Haase u. s. w. an.

Oft kommt es vor, daß bei einem und demselben Schachte mehrere dieser Ausbau- und Abteufmethoden in Anwendung kommen müssen, so in Westfalen, Belgien und Frankreich, wo das Steinkohlengebirge zunächst von wasserreichem Kreidemergel, dieser wieder an einzelnen Stellen von diluvialen oder alluvialen Massen (Schwimmsand) bedeckt ist.

---

## 11. Kapitel.

### Wasserdichter Ausbau in festem Gebirge mit mäßigem Wassergehalt.

#### a. Wasserdichter Ausbau (Cuvelage) in Holz.

**73. Beschreibung des Verfahrens.** — Der wasserdichte Ausbau in Holz, oder die hölzerne Cuvelage<sup>1)</sup> ist besonders in Couchant de Mons (Belgien) und im nördlichen Frankreich beim Durchteufen wasserreicher Kreideschichten in Anwendung gewesen.

Die Ausführung geschieht in der Weise, daß man immer einzelne Absätze von 5 bis 6 m Höhe und darüber einbringt. Hat man nämlich einen oder mehrere starke Zuflüsse beim Abteufen aufgeschlossen, so sperrt man dieselben durch die Cuvelage zunächst ab, sodaß sie den Pumpen nicht mehr zur Last fallen, und setzt dann erst das Abteufen fort.

Die Höhe der Absätze richtet sich aber nicht allein nach der aufgeschlossenen Wassermenge, sondern auch nach dem Auffinden fester, wassertragender Schichten, in denen man das Fundament für jeden Absatz der Cuvelage anbringen kann.

Die hölzerne Cuvelage erhielt bis 1820 einen quadratischen, seitdem einen polygonalen Querschnitt von gewöhnlich 10 Seiten mit eingeschriebenem Kreise von 3 bis 4 m Durchmesser. Sie ist ferner eine ganze Schrotzimmerung und besteht aus Trage- oder Keilkränzen oder Aufsatzkränzen.

**74. Einbringen der Keilkränze.** — Die Keilkränze, Picotagekränze (trousses picotées, sièges, engl. wedging cribs), haben den Zweck, gewissermaßen eine künstliche wassertragende Schicht im Schachte zu bilden,

---

1) Ponson a. a. O. t. I, S. 413 ff. — Karstens Archiv 1840, S. 3.

welche gegen das Gestein vollkommen abzudichten ist, außerdem dienen sie als Fundament für die Aufsatzkränze. Sie bestehen aus Eichenholz, sind in den Wechsellagen mit kleinen Zapfen verbunden und mehr breit als hoch. Die Stärke der Keilkränze sowohl, als diejenige der Aufsatz-(Cuvelage-)Kränze nimmt mit der Tiefe und dem Durchmesser zu, und zwar die Stärke der Keilkränze bis 60 m Teufe von 22 auf 24 cm, diejenige der Cuvelagekränze von 11 auf 16 cm.

Die Keilkränze werden entweder auf die mit Schlägel und Eisen gegebnete Gesteinssohle, oder auf besondere Tragekränze (*plates troussées* in Belgien, *trousses colletées* in Frankreich) gelegt, welche fest gegen das Gestein verkeilt sind und eine genaue wagerechte Oberfläche haben. Bei größeren Druckhöhen legt man mehrere Keilkränze übereinander.

Zwischen Keilkranz und Gestein bleibt ein Zwischenraum von 8 bis 10 cm. In diesen setzt man Bohlenstücke (Pfändungen, *lambourdes*) aus weichem Holze von der Höhe der Kränze und etwa 5 cm Stärke ein, welche man zunächst durch Keile gegen den Keilkranz treibt. Den dadurch gebildeten freien Raum stampft man unter Fortnehmen der Keile dicht mit Moos aus und preßt dasselbe durch Verkeilen zwischen Pfändung und Keilkranz gegen das Gestein, wobei die Unebenheiten desselben ausgefüllt werden und somit die Abdichtung erreicht ist.

Zu diesem Zweck setzt man zunächst Plattkeile aus Weidenholz, mit dem starken Ende nach unten ein und verkeilt sodann ebenfalls mit Plattkeilen, so lange dieselben ziehen. Die nicht vollständig eingetriebenen Keile werden weggestemmt.

Sodann folgt das Picotieren oder Verkeilen mit Spitzkeilen (*picots*) von verschiedener Länge und Stärke. Zunächst wird zweimal mit Spitzkeilen aus weichem Holze, sodann mit solchen aus hartem Holze verkeilt und dabei mit einem Spitzhammer (*agrafe à picoter*) vorgeschlagen.

Hat sich bei dieser, das Moos zu einer harten Masse von geringer Dicke zusammenpressenden Arbeit der Keilkranz geworfen, so wird er durch Abhobeln an der Oberfläche gerichtet und ist nunmehr zur Aufnahme der Aufsatzkränze geeignet.

An Stelle des Waldmooses wird auch die vom Apotheker Beckstroem in Neustrelitz aus Torfmull hergestellte Dichtungspappe verwendet.

**75. Aufsetzen der Cuvelagekränze und Betonieren.** — Die Aufsatz- und Cuvelagekränze werden über Tage nach Schablonen, und zwar die einzelnen Teile, welche stumpf zusammengestoßen werden, in verschiedener Höhe angefertigt, damit die horizontalen Fugen nicht durchgehen. Die Stücke zweier aufeinander liegenden Kränze werden durch Dübel verbunden.

Beim Einbringen der hölzernen Cuvelagekränze wird der leere Raum dahinter mit Beton ausgefüllt und damit erst der eigentliche wasserdichte Körper hergestellt, für welchen die Cuvelage als innerer Mantel dient.

**76. Einbringen des Anschlußkranzes.** — Nähert man sich einem oberen Keilkranze, so wird die Gesteinsbrust, welche in früher schon erwähnter Weise beim Abteufen stehen gelassen war, stückweise entfernt und der Anschlußkranz genau nach Maß eingelegt.

Das letzte Stück desselben, welches durchbohrt und mit einer eisernen Handhabe versehen ist, legt man vorher in eine zu diesem Zwecke im Gesteine hergestellte Nische, und zieht es schließlich an der Handhabe herein. Dreht man diese sodann um, so fällt die hinten festgestellte Mutter ab und man kann die Handhabe herausziehen. Durch das Loch bringt man mit Betonspritzen, oder durch Überdruck von höher gestellten Kasten her, dünnen Beton hinter den obersten Kranz und verspundet schließlich das Loch.

**77. Beendigung der Arbeit.** — Nachdem noch die Horizontalfugen verkeilt und von oben nach unten mit geteerten Hanffäden, alten aufgedrehten Seilen u. s. w. kalfatert sind, ist die Arbeit beendet.

Zeigt sich nach einiger Zeit, daß die Kalfaterung herausgedrängt wird, so nagelt man dünne Leisten über die Fugen.

Zur Anbringung der Schachtscheider, Bühnen und Pumpenlager werden eiserne Träger angeschraubt.

**78. Andere Arten des wasserdichten Ausbaues in Holz.** — Bei Sol-schächten, welche nicht lange offen erhalten werden sollen, hat man früher auf den Salinen Dürrenberg und Kösen<sup>1)</sup> in eine verlorene Bolzenschrotzimmerung eine mit Nut und Feder verbundene Schrotzimmerung gesetzt und den Zwischenraum mit Ton und Letten ausgestampft<sup>2)</sup>.

In England wendete man auch für tiefere runde Schächte zweierlei Arten von wasserdichtem hölzernen Ausbau<sup>3)</sup> an, nämlich das plank tubing und später solid wood tubing, von denen das letztere den Übergang zur eisernen Cuvelage bildete, welche jetzt überhaupt an die Stelle der beiden genannten Ausbaumethoden getreten ist. Bei dem plank tubing wurden hinter hölzernen Kränzen (wedging crib, Keilkranz und spiking crib, Hilfskranz) faßdaubenartig geschnittene Bohlen gesetzt. In das Innere dieses Ausbaues brachte man schließlich die eigentlich stützende Zimmerung (main cribs) ein.

Bei dem solid (curb) tubing kamen die Kränze dicht zusammen, zwischen alle Fugen aber legte man Brettstücke, welche demnächst picotiert wurden.

---

1) Jetzt Solbad Kösen.

2) Karstens Archiv Bd. 14, S. 54, 95.

3) Porson t. I, S. 416. — Serlo a. a. O. 1884, I, S. 744.

### b. Wasserdichter Ausbau (Cuvelage) in Gußeisen.

**79. Beschreibung des Verfahrens.** — Die Cuvelage in Gußeisen ist nur für runde Schächte anwendbar. Zuerst ist sie in England etwa um das Jahr 1795 und zwar in Form von geschlossenen eisernen Ringen eingeführt, später wurden die Ringe in Segmente geteilt.

Das Wesentliche dieses Ausbaues besteht darin, daß er ebenso, wie die hölzerne Cuvelage, nach Maßgabe der beim Abteufen aufgeschlossenen Zuflüsse und des Auffindens fester, wassertragender Gesteinsschichten in Absätzen eingebaut wird und zwar ebenfalls in Form von Keilkränzen (wedgings cribs) und Aufsatzkränzen (tubs), welche aus einzelnen Segmenten zusammengesetzt sind.

Die Dichtung sämtlicher Fugen, von denen Vertikalfugen in Verband gelegt werden, wird bei den sogen. englischen Tubblings durch trockene, radial gelegte, und astfreie, fichtene oder kieferne Bretter von 12 mm Stärke bewirkt, welche demnächst verkeilt werden. Der Raum hinter dem Eisen wird einfach mit Bergen oder Beton ausgefüllt.

Die Dichtung der mit abgehobelten Flantschen versehenen deutschen Tubblings<sup>1)</sup> geschieht in derselben Weise mit Bleiblech und durch Zusammenschrauben, wie bei der Cuvelage der Bohrschächte.

Nach Lueg<sup>2)</sup> sind die unbearbeiteten englischen Tubblings für Tiefen von über 300 m nicht mehr empfehlenswert, jedoch muß hervorgehoben werden, daß sich nach den Erfahrungen im Steinsalzschatte zu Schönebeck unter dem hohen Drucke von fast 300 m Wassersäule bei Holzpicotage noch keine Übelstände bemerkbar gemacht haben.

Die Stelle für das Auflegen des Keilkranzes muß, wenn es die Gesteinsverhältnisse gestatten, nach Stichmaß von der Unterkante des oberen Keilkranzes her so gewählt werden, daß die vorhandenen Aufsatzkränze einschl. Bretteinlagen den Zwischenraum ausfüllen. Kleinere Differenzen lassen sich dabei durch die Stärke der Fugenbretter ausgleichen, bei größeren muß man einen besonderen Anschlußkranz genau nach Maß gießen lassen.

Die Keilkränze haben gewöhnlich eine Breite von 40 cm, die Aufsatzkränze eine Flantschenbreite von 10 cm, sodaß der Keilkranz nach erfolgtem Anschlusse eines unteren Absatzes noch mit 30 cm Breite aufliegt.

Auf Porembaschacht I der Königin Luisengrube bei Zabrze (Oberschlesien) sind die Keilkränze 63 cm breit, 14,5 cm hoch und haben 45 mm Wandstärke<sup>3)</sup>.

1) Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35.

2) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 278.

3) Schantz in Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 217.

Das zuerst von Haniel & Lueg in größerem Maßstabe beim Schiffshebewerk in Henrichenburg angewendete Verfahren, ohne jeglichen verlorenen Ausbau durch Unterhängen der Tubblings den Schacht zu verkleiden, ist mehrfach mit Erfolg angewendet, u. a. bei Schacht II der Zeche Zollern. Nachdem das den Mergel überlagernde, 9 m mächtige lose Deckgebirge mittels Senkmauer durchteuft, und dieser Abschnitt mit Tubblings und dahinter gefülltem Beton verbaut war, wurde nach jedesmaligem Abteufen von 1,60 m ein neuer, aus zehn Segmenten von 1,5 m Höhe bestehender Ring durch Unterhängen an die bereits vorhandenen eingebaut. Das Hintergießen mit Beton wurde ausgeführt, wenn vier, fünf auch sechs Ringe eingehängt waren. Zu dem Zwecke schraubte man unter den letzten derselben einen 10 mm starken und 150 mm breiten Ring aus Flacheisen, während der Raum zwischen diesem und der Schachtsohle mit Holz dicht verkeilt wurde. Das Einbringen des Betons geschah durch Spundlöcher in den oberen Teufen von Hand mittels Trichter und Eimer, in den unteren mittels Rohrleitung und Gummischlauch. Zur Erzielung eines besseren Verbandes mit dem Beton sind an die Außenseite des Tubblings Rippen angegossen. Nach beendetem Abteufen wurden die Bleidichtungen verstemmt. Abgesehen von dem Wegfall der verlorenen Zimmerung bestehen die Vorteile dieses Verfahrens hauptsächlich in Zeitersparnis und in größerer Sicherheit der Arbeiter auf der Schachtsohle.

**80. Keilkränze.** — Die Keilkränze (Fig. 519 und 520) sind hohl, haben Verstärkungsrippen, und nicht unter 26 mm Wandstärke. Die Zahl der Segmente richtet sich im allgemeinen nach dem Durchmesser des Schachtes, gewöhnlich nimmt man die Sehne etwa 1,219 m lang.

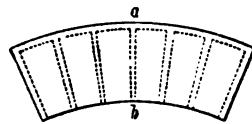


Fig. 519.

Keilkranz.



Fig. 520.

Der Keilkranz wird genau horizontal auf die vorgerichtete Sohle bezw. auf eine Unterlage von 12 mm starken Kieferbrettchen gelegt und sodann von den Schachtstößen her mit Holzkeilen so weit verkeilt, daß die Bretter in den Vertikalfugen fast bis Papierdicke zusammengepreßt werden.

Die Fächer sind dabei meistens gegen die Schachtstöße gerichtet, sie werden mit Holzklötzen ausgefüllt und verkeilt.

**81. Tubblings.** — Nachdem der Keilkranz gelegt ist, werden die Aufsatzkränze oder Tubblings eingebracht.

Dieselben sind 30 bis 62 cm hoch, die Stärke richtet sich nach der Tiefe des Schachtes.

Auf dem oben genannten Porembaschachte I besteht jeder Aufsatzkranz aus 8 Segmenten von 620 mm Höhe, 1529 mm innerer Bogenlänge,



160 mm Flantschenbreite und 25 mm Eisenstärke, hat im Innern Verstärkungsrippen und in der Mitte ein Loch von 33 mm Weite, teils zum Ablassen des Wassers während des Einbauens, teils um die Segmente am Seile einhängen zu können, zu welchem Zwecke ein Bolzen mit Vorstecker durch das Loch und die Enden eines übergeschobenen Bügels gesteckt wird.

An einem horizontalen und an einem vertikalen Flantsche befindet sich ein um etwa 13 mm vorspringender Rand  $r$  (Fig. 521, 522 und 523), welcher beim späteren Verkeilen ein Ausweichen der Fugenbretter verhindern soll.

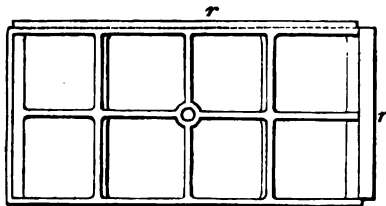


Fig. 521.

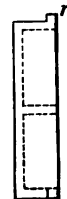


Fig. 522.

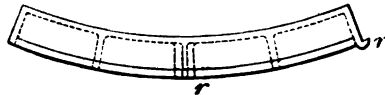


Fig. 523. Tubbing.

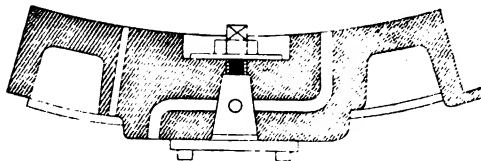
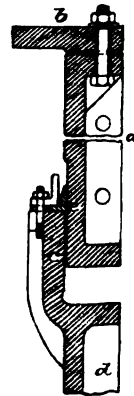


Fig. 525.

Fig. 524.  
Anschlußtubbing.

Die Aufsatzkränze werden vor dem Einhängen über Tage zusammengepaßt, numeriert und sodann auf dem Keilkranze, dessen Oberfläche ebenfalls mit Brettchen belegt ist, zu einem Zylindermantel zusammengestellt. Nach dem Einloten und Richten wird jeder Kranz vom Gesteine her hinter den Vertikalfugen mit hölzernen Keilen in der Weise fest angetrieben, daß sämtliche Keile gleichzeitig geschlagen werden. Nachdem mit Bergen dicht hinterfüllt ist, wird der folgende Kranz gelegt u. s. w.

Der Anschluß der Aufsatztubbings an einen Keilkranz ist auf Schacht IV bei Aschersleben von Haniel & Lueg in folgender Weise bewirkt (D. R. P. Kl. 5, Nr. 65 012): Der Anschlußtubbing  $a$  (Fig. 524<sup>1</sup>), wird mit dem

1) Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde, Bd. VI. S. 161.

Keilkranze verschraubt und nach unten in die ringförmige Erweiterung *c* des nächsten Tubbingringes *d* der Schachtauskleidung eingebaut. Die Dichtung geschieht hier mittels der ringförmigen Manschette *e*, die auf der Erweiterung *c* befestigt ist und sich unter dem Drucke des Wassers fest und dicht gegen die äußere Wand des Anschlußringes legt. In anderer Weise wird die Abdichtung durch hintergelegte Gummischeiben bewirkt. Die Abdichtung der letzten senkrechten Fuge geschieht mittels schräger Flantschen und eines dazwischen gepreßten Keilstückes<sup>1)</sup>.

**82. Verdichten der Fugen.** — Nach Einbringen des Anschlußkranzes beginnt von unten nach oben das Verdichten der Fugen mit Plattkeilen aus trockenem Kiefernholze von 157 mm Länge, 40 mm Breite und 7 mm Rückenstärke. Geübte Arbeiter sind imstande, auf einem Schneidebocke mit dem Schneidmesser 2 bis 3000 Keile pro Tag anzufertigen, nachdem das Holz in die erforderlichen Längen geschnitten und nach der Stärke der Keile in Stücke gespalten ist. Die Holzkeile werden in Kasten mit Klappdeckel eingehängt. Zum Vorschlagen bedient man sich verstärkter Stemmeisen von 10 bis 50 mm Breite und 235 bis 314 mm Länge, welche durchlocht und mit einer Schnur versehen sind, um sie über die Hand hängen zu können.

Ist das erste Verkeilen beendet, dann werden die Löcher in den Segmenten verspundet und endlich die Fugen mit eichenen Keilen von oben nach unten vollends gedichtet.

**83. Verbindung des Wassers in den verschiedenen Absätzen.** — Nach dem Vorgange in England hat man vielfach dafür Sorge getragen, daß der Luft- und Wasserdruck auf die Mantelfläche über und unter einem Keilkranze sich gleichmäßig verteilen kann. Man hat zu dem Zwecke an vier Segmenten der Keilkränze Rohrstutzen mit nach oben sich öffnenden Ventilen angebracht<sup>2)</sup>, welche noch mit gekrümmten Rohrstutzen versehen sind, damit nicht Steine von oben hineinfallen können. Diese Vorrichtung erscheint indes nur für den Fall notwendig, wenn man, wie auf Porembaschacht I, den Druck hinter den Tubbings nicht übermäßig spannen und deshalb dem Wasser durch ein im oberen Teile der Cuvelage eingeschraubtes Gasrohr Abfluß nach einer Wasserhaltungsmaschine oder nach einem oberen Stollen verschaffen will.

Auf Zeche G. von Hanseemann hat man zu diesem Zwecke Tubbings mit Kranen angewendet, s. Fig. 525, S. 584.

**84. Maße der Aufsatzkränze.** — Als weiteres Beispiel für die Maße der Aufsatzkränze dient dasjenige von Hibernia in Westfalen<sup>3)</sup>. Dort sind dieselben bei einem Durchmesser des Schachtes von 3,60 m:

1) Preuß. Zeitschr. 1893, Bd. 41, S. 108.

2) Schantz in Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 228.

3) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 762.

in	40 m	Teufe	60,5 cm	hoch,	1,56 cm	dick,
-	54	-	60,5	-	1,91	-
-	80	-	60,5	-	1,91	-
-	100	-	45,5	-	2,21	-
-	114	-	30f4	-	2,21	- <sup>1)</sup>

**85. Wasserhaltung.** — Die Wasserhaltung geschieht hier sowohl, als auch bei der hölzernen Cuvelage mit fliegenden (beweglichen) Pumpen. Muß man dieselben indes bei größerer Tiefe fest verlagern, so verwendet man besondere Segmente mit eingegossenen Nischen oder kastenförmige Tubbings<sup>2)</sup>. Unter solchen Segmenten müssen aber mehrere Keilkränze eingelegt werden<sup>3)</sup>.

**86. Anbringen der Lager und Leitungen.** — Falls man nicht in der Lage ist, einen cuveliarten Schacht lediglich zur Förderung zu benutzen und auch die Leitung der Förderkörbe mit Drahtseilen zu bewirken, legt man die Lager für Bühnen und Pumpen, sowie die Einstriche, in etwa 10 cm breite Konsolen, welche an der glatten Wand der Tubbings angegossen, an der, der Schachtmittle abgekehrten Seite aber offen sind, weil die Lager u. s. w. nach dieser Seite nicht herabfallen können. An den Einstrichen werden die Leitungen (beide häufig aus pitch-pine-Holz) befestigt.

**87. Auswechseln gebrochener Segmente.** — Sollte das Auswechseln eines Segmentes nötig werden — was indes kaum vorkommen kann, wenn jedes derselben vor dem Einbau auf seine Festigkeit geprüft ist —, so geschieht dies dadurch, daß man zunächst die Löcher des schadhaften und des darunter befindlichen Segmentes öffnet und dann die Füllung der Fugen herausmeißelt, worauf das Segment leicht entfernt und durch ein neues, aber ohne Ränder, ersetzt werden kann. Schließlich schiebt man Dichtungsbretter in die Fugen und verkeilt dieselben.

#### c. Wasserdichte Ausmauerung.

**88. Allgemeines.** — Die wasserdichte Ausmauerung kann man in einem Stücke, oder in Absätzen herstellen. Das erstere Verfahren ist zwar in Bezug auf Abschließen der Wasser am zuverlässigsten, aber auch wegen des starken verlorenen Ausbaues am teuersten. Aus diesem Grunde wählt man vielfach das Abteufen in Absätzen<sup>4)</sup>. Dabei verfährt man in der Weise, daß man die Mauerstücke auf hölzerne oder eiserne Keilkränze setzt, und den wasserdichten Anschluß an diese durch Verkeilen zu erreichen sucht.

1) Über Berechnung der Eisenstärke siehe: Combes a. a. O. II, S. 44.

2) Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35, Taf. VI, Fig. 1.

3) Ebenda 1875, Bd. 23, S. 299, Taf. IX, Fig. 15, 16, 18, 19.

4) Ponson a. a. O. t. I, S. 421—431. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Freiberg 1860, S. 429. — Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35.

Als verlorenen Ausbau kann man dieselben Holz- oder Eisenverbindungen benutzen, welche in 70. beschrieben sind.

**89. Steine und Mörtel<sup>1)</sup>.** — Als Material für die Mauerung dienen gute, gar gebrannte Ziegel, am besten Klinkerziegel, sowie hydraulischer Mörtel. Bei weiten Schächten kann man Ziegel von gewöhnlicher Form verwenden, besser sind aber bei runden Schächten Klinkerkeilziegel von 100 mm Höhe, 200 mm Breite, 270 mm Länge am Kopfe und einer nach der Weite des Schachtes zu ermittelnden Länge am Fuße, weil dabei, wie schon erwähnt, sowohl an Arbeitslohn, als auch an Mörtel gespart wird.

Da indes gerade der Mörtel die Wasserdichtigkeit geben muß, während die Steine den Druck aufzunehmen haben, so darf man nicht zu wenig Mörtel verwenden und die Fugen nicht unter 13 mm bemessen.

**90. Form der Schächte.** — Die Form der Schächte kann ebenso, wie bei gewöhnlicher Ausmauerung, aus vier flachen Bogen bestehen, ferner elliptisch oder rund sein. Die letztere Form ist nicht allein wegen ihrer Vorteile beim Abteufen und Ausmauern, sondern auch deshalb vorzuziehen, weil sie bessere Gewähr für die Haltbarkeit der Mauerung bietet.

**91. Mauerstärke.** — Die Stärke der Mauer darf auch in oberen Teufen nicht unter  $1\frac{1}{2}$  Stein betragen und nach unten nur um  $\frac{1}{2}$  Stein zunehmen, damit keine durchgehenden Fugen entstehen.

Als praktische und bewährte Beispiele von Mauerstärken bei wasserdichter Ausmauerung mögen folgende dienen:

In Westfalen<sup>2)</sup> wendete man früher ausschließlich krummstirnige Scheibenmauern von 3,8 bis 4,4 m Sehne und einer Spannung von 1 : 12 bis 1 : 8 an (Fig. 526), weil man im Kohlengebirge rechteckig mit Holzausbau weiter abteufte und bei der erwähnten Form einen bequemeren Anschluß erzielte. Dabei nahm man für die Mitte der Bogen:

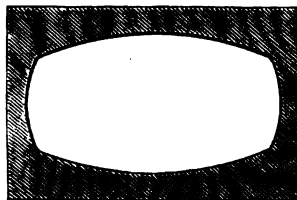


Fig. 526. Schachtausmauerung mit vier flachen Bogen.

bei	30 m	Druckhöhe	nicht unter	2	Ziegel
-	72	-	-	-	$2\frac{1}{2}$ -
-	94	-	-	-	3 -
-	116	-	-	-	$3\frac{1}{2}$ -
-	125	-	-	-	4 -

Bei den neueren Anlagen wird indes auch im Kohlengebirge die runde Form vorgezogen und gleichfalls ausgemauert.

1) Schachtausmauerung mit Zement; von Buisson, Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1888, S. 43.

2) Karsten und v. Dechens Archiv 1853, Bd. 25, S. 57.

Die Stärke der runden Mauer im Mergel beträgt u. a. auf Schacht I und II der Zeche Neu-Essen bei 60 m Teufe drei Steine. Dieselbe Stärke wendete man auf Matthias Stinnes, Graf Moltke und Prosper I und II an, verstärkte sie aber bei größerer Teufe in demselben Maße, wie es für vier flache Bogen soeben angegeben wurde. Der Durchmesser der Schächte beträgt etwa 5 m.

Übrigens ist aus vorstehendem ersichtlich, daß bei Teufen über 60 m sehr bedeutende Mauerstärken angewendet werden müssen, für welche auch der entsprechende Raum im Schachte herzustellen ist. Bei mehr als 5 bis 6 Atm. Wasserdruck sind deshalb entweder englische oder deutsche Tubbings (79) anzuwenden.

**92. Mauerverband.** — Der Verband in der wasserdichten Schachtausmauerung muß derart sein, daß die Fugen möglichst viel wechseln. In Westfalen hat man in jedem Ringe horizontal umlaufende Fugen, wechselt aber derart mit Läufer- und Streckerschichten, daß jeder Stein drei andere deckt.

In England läßt man bei absatzweiser Ausmauerung und drei Ziegelstärken die mittleren Steine um ihre halbe Stärke überstehen. Außerdem

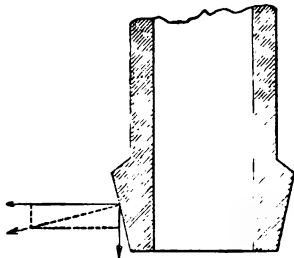


Fig. 527. Doppelt konischer Mauerfuß.

steigt jede Lage schraubenförmig auf, indem man die hölzernen Tragekränze, welche das Fundament jedes Mauerabsatzes bilden, mit Brettchen benagelt, derart, daß dieselben bei einem Umlauf der Stärke eines Steines gleichkommen.

**93. Mauerfuß.** — Sobald beim Abteufen im wasserarmen Gebirge eine wassertragende Schicht erreicht ist, muß zunächst der Raum für einen Mauerfuß hergestellt werden, dem man am besten eine doppelt konische Form gibt (Fig. 527), sodaß die Mauerung gewissermaßen mit einem konischen Zapfen in dem Gesteine steckt. Dabei wird die Last der Mauerung nach den Gesetzen des Keiles zum größten Teile horizontal auf das Gestein und nur mit einem geringen senkrechten Drucke auf die Grundfläche übertragen.

Bei haltbarem Gestein genügt es, die Mauerung auf Keilkränze zu setzen, vergl. 88.

**94. Arbeitsbühne.** — Die Ausmauerung geschieht am zweckmäßigsten mit Hilfe einer fliegenden (schwebenden) Bühne, welche an Erdwinden<sup>1)</sup> oder an einem Dampfkabel u. dergl. aufgehängt ist und außerdem der größeren Sicherheit halber mit eisernen Schubriegeln auf der fertigen Mauer verlagert wird. Eine solche Bühne (Fig. 528 und 529) besteht

1) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 223.

aus zwei Hälften und ist aus starken Bohlen und Halbholz so hergestellt, daß sie den Schacht möglichst genau ausfüllt, sowie als Schalblone für die Mauerung dienen kann. Für die Pumpen ist ein Ausschnitt vorhanden. Mit dem Aufrücken der Mauer wird auch die fliegende Bühne höher gezogen.

Dem Ingenieur Ommelmann in Dortmund ist eine ringförmige,

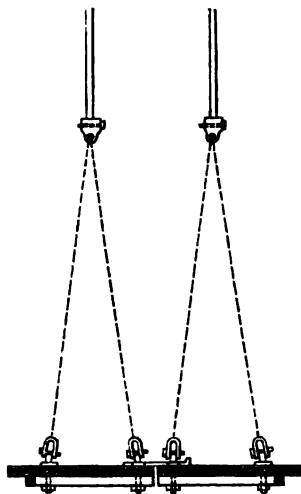


Fig. 528.

Fliegende Arbeitsbühne.

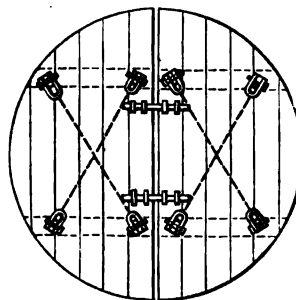


Fig. 529.

eiserne Schwebebühne<sup>1)</sup> patentiert. Dieselbe wird aus zwei Hälften gebildet, ist mit einstellbaren Halteriegeln, einem Schutzdache, sowie mit freitragendem Gleise für Fahrkasten versehen und hat eine zum Fahren bestimmte Öffnung von 2680 mm. Der äußere Durchmesser beträgt 3380 mm, so daß für die Breite des Ringes, auf welchem die Maurer stehen, 645 mm verbleiben. Ein an der äußeren Peripherie frei bleibender Raum von 30 mm wird während der Arbeit mit einem Filzringe verschlossen, damit nichts durchfallen kann. Zur Beförderung der Arbeiter sind sowohl im blechernen Schutzdache, als auch im Boden der Bühne entsprechende Klappen angebracht. Bei Anwendung dieser Bühne kann auch während des Abteufens gemauert werden.

Demanet<sup>2)</sup> empfiehlt eine, an mehreren Seilen nahe den Schachtstößen aufgehängte, aus einem eisernen Zylinder bestehende fliegende Bühne, welche noch mit mehreren Klauen am oberen Rande auf der Mauer aufliegt. Die Maurer stehen auf dem mit einem Fahrloche versehenen Boden des Zylinders und begeben sich durch das letztere auf eine untere, mit Ketten aufgehängte Bühne, um sich mit Ausfugen zu beschäftigen, während die Zimmerhauer das Holzwerk entfernen.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 476.

2) Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke von Ch. Demanet, deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885, S. 131.

**95. Regeln für die Aufmauerung.** — Bei der Aufmauerung hat man folgendes zu beobachten:

Zunächst soll man alles Traufwasser von der Oberfläche der Mauer fern halten, damit der Mörtel nicht fortgespült wird. Muß die Arbeit, was möglichst zu vermeiden ist, unterbrochen werden, so bedeckt man die Mauer mit Brettern, entfernt aber außerdem beim Weiterbeginn der Arbeit die zwei oberen Lagen. Am Gesteine muß die Mauer dicht anschließen erreicht man jedoch einen Wasserzufluß, so legt man in die Mauer ein nach hinten sich konisch erweiterndes gußeisernes Wasserrohr mit Flanschen von 39 bis 43 mm Wandstärke (Fig. 530)<sup>1)</sup> ein, haut ringsherum im Gesteine eine Sammelrinne aus und gibt der Mauer an dieser Stelle eine etwas größere Stärke.

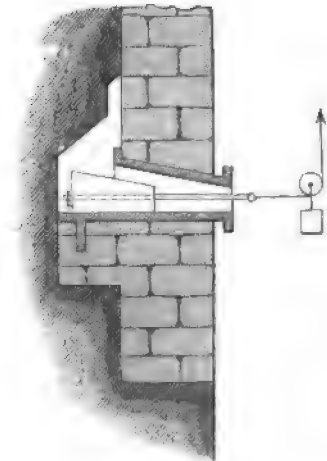


Fig. 530. Wasserrohr.

In das Rohr legt man von hinten einen konischen Spund von trockenem Eichenholze ein.

Von der horizontalen Sammelrinne aus führt man Rinnen bis zu höher gelegenen Quellen, sodaß alle Wasser im Rohre zum Ausflusse kommen. Gießt dasselbe voll aus, so legt man ein neues ein. Damit das in den Sammelrinnen umlaufende Wasser den Mörtel an der Hinterwand der Mauer nicht fortspülen kann, schützt man letztere durch vorgelegte Bretter. Erst dann, wenn die Mauer vollständig erhärtet ist, werden durch das Vorziehen der eichenen Spunde die Wasserrohre geschlossen.

Die verlorene Zimmerung wird beim Aufrücken der Mauer wieder gewonnen.

Zum Einbringen der Einstriche, Lager u. s. w. spart man in der Mauer entweder Bühlöcher aus, oder man mauert Konsolen aus Bruchsteinen oder Eisen mit ein. Die Schachthölzer fest einzumauern, empfiehlt sich weder wegen des ungleichen Setzens der Mauer, noch wegen eines späteren Auswechsels der Hölzer. In England mauert man auch wohl hölzerne Kränze mit ein, an welchen die Schachthölzer mit befestigt werden.

**96. Erhärten der Mauer.** — Das Erhärten der Mauer kann unter Wasser erfolgen, wobei man für dieselbe Zeit die Kosten der Wasserrhaltung erspart. Allerdings ist hiermit eine Betriebsunterbrechung von 3 bis 5 Monaten verbunden, auch macht man gegen das Verfahren geltend, daß die Mauer, weil sie im Wasser an Gewicht verliert, sich nicht vollständig setzen und nachher der Gefahr des Reißens ausgesetzt sein könne.

1) Serlo a. a. O. 1884. I. S. 754.

Das Schließen der Wasserrohre erfolgt beim Erhärten unter Wasser nach Maßgabe des späteren Sumpfens von oben nach unten, im andern Falle, wenn während des Erhärtens die Wasserhaltung im Gange bleibt, von unten nach oben.

**97. Abteufpumpen.** — Als Abteufpumpen wendet man am besten bewegliche oder fliegende Sätze, Strahlpumpen u. s. w. an, welche später durch fest eingebaute Pumpen ersetzt werden. Muß man diese schon innerhalb der Mauer fest einbauen, so spart man an der entsprechenden Stelle nischenartige Räume aus, welche nach hinten mit einer Verstärkung der Mauer versehen sind. Auch gußeiserne Kasten, sowie eiserne Fußplatten oder durchgehende Bruchsteine werden zu demselben Zwecke verwendet.

**98. Cuvelage aus Bruch- und Zementsteinen.** — In dem Schachte Trou-Martin bei Vieux Condé (Anzin) wurde eine Cuvelage aus Bruchsteinen (Kalkstein) angewendet<sup>1)</sup>. Je zehn Steine bildeten einen Kranz, dessen vertikale Fugen wechselten und mit Bleiblech gedichtet wurden. In die Horizontalfugen kam geteerte Leinwand, der Raum hinter den Aufsatzkränzen wurde mit Zement vergossen.

Auch auf dem fiskalischen Steinkohlenbergwerke zu Osterwald, Provinz Hannover, sind bei dem Abteufen des Tiefbauschachtes die einzelnen Abschnitte der wasserdichten Mauerung durchgängig auf je zwei, den gußeisernen Keilkränzen nachgebildete, aus je zehn Segmenten bestehende Sandsteinkränze gelagert worden. Die Fugen sind mit 1 cm starken Brettchen picotiert. Auf den Keilkränzen wurde die Mauerung aus einzelnen Sandsteinen in regelmäßigen Ringen aufgeführt und der zwischen ihnen und dem Stoße verbliebene Raum mit Beton ausgefüllt. — Die angewendeten Keilkränze aus Stein stellten sich wesentlich billiger, als solche aus Gußeisen.

Demanet<sup>2)</sup> empfiehlt Hausteine bei mehr als 60 m Wasserdruck, weil dabei Backsteine für Schächte von etwa 4 m lichtigem Durchmesser eine übermäßige Wandstärke bekommen müßten. Um die Dichtigkeit zu erhöhen, ist es nach Demanet ratsam, die Cuvelage außen mit einer Schicht hydraulischen Mörtels zu umgeben, welche durch einen Mantel von  $\frac{1}{2}$  Stein starkem Mauerwerk eingeschlossen ist.

Zementsteine<sup>3)</sup> von 40 cm Steinstärke, 60 cm Höhe und Länge, mit einem Gewichte von je 350 kg wurden zur Verkleidung des 3 m weiten Wetterschachtes Cäcilie der Königl. Steinkohlengrube Serlo, sowie bei einer neuen Schachthanlage des Herzoglich Anhaltischen Salzbergwerkes Leopoldshall angewendet. Hinter den Steinen wurde mit Zementbeton verstampft. Die oberen Flächen der Steine haben Rillen, in welche

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1861, S. 361.

2) A. a. O. S. 148.

3) Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 99; 1893, Bd. 41, S. 191.



entsprechende Rippen an der unteren Fläche eingreifen. An den senkrechten Seitenflächen befinden sich nur Rillen, welche später mit Zement ausgegossen werden. In der dem Schachtstoße zugekehrten Breitseite der Steine ist endlich noch eine Einbuchtung angebracht, in welche der Beton hineingreift. Das Einhängen der Steine geschieht mittels durchgesteckter Bolzen am Seil.

Der Mauerfuß wurde mit Zementbeton an Ort und Stelle gegossen und auf derselben die erste Steinlage gesetzt. Die Oberfläche derselben wurde vor dem Einbringen der zweiten Lage Stein für Stein mit einer dünnen Zementschicht bedeckt und dadurch auch eine Abdichtung der Horizontalfugen bewirkt. Zur Aufnahme der Schachteintriche sind einige Steine in der Fabrik (Krutina & Möhle zu Malstatt-Burbach bei Saarbrücken) mit vorstehenden Schuhen aus L-Eisen versehen.

Die Kosten dieses Verfahrens werden demjenigen der wasserdichten Ausmauerung mit Backsteinen gleichkommen, dasselbe hat der letzteren gegenüber jedoch den Vorzug der geringen Anzahl von Fugen und der eigentümlichen Gestalt derselben, sowie des bedeutenden Zeitgewinnes beim Einbau. Die wasserdichte Abdichtung ist aber weder in Leopoldshall, noch im Hermann-Schachte der Grube Altenwald bei Saarbrücken vollständig gelungen.

Die monatlichen Leistungen beim Abteufen mit Mauerung und teilweiser Anwendung von Cuvelage betrugen bei 120 in den Jahren 1890/1900 in Westfalen abgeteufte Schächten im Mergel rund 22 m und im Steinkohlengebirge rund 20 m, wobei zu bemerken ist, daß im Mergel in den oberen 50 m mit Wasserzuflüssen von 1 bis 2 cbm zu rechnen ist.

Sehr hohe Leistungen sind bei gleichzeitigem Abteufen und Ausmauern erreicht. Hierbei wurden z. B. auf Gneisenau II im Steinkohlengebirge und auf Preußen II im Mergel durchschnittlich 32 m Schacht fertiggestellt. Auf Werne I und II, wo das Verfahren im Mergel bis 388 bzw. 346 m Teufe zur Anwendung gelangte, hat man sogar eine Durchschnittleistung von 49 m und eine Höchstleistung von 60 m erzielt. Sobald indes die Wasserzuflüsse wachsen, gehen die Leistungen naturgemäß ganz erheblich herunter. Sie schwankten bei mehreren westfälischen Schächten zwischen 0,8 und 7,3 m im Monat.

Die Kosten für 1 m Schacht betragen im Steinkohlengebirge, wo fast ausschließlich Mauerung angewendet wird, bei einem Durchmesser von 3 bis 6 m zwischen rund 600 und 1000 M. Bei einer Zunahme des Durchmessers um 0,50 m erhöhen sich die Kosten um 80 M pro m.

Sind beim Abteufen größere Wassermengen zu heben, so schwanken die Kosten bei einem größten Wasserzufluß von 7 bis 19,5 cbm, sowie einem durchschnittlichen von 5 bis 8 cbm und einer mittleren Teufe von 40 bis 264 m zwischen 5048 und 14714 M pro m.

Nach diesen in Westfalen gemachten Erfahrungen veranschlagt Berg-assessor Hoffmann die Ausgaben pro lfd. m fertigen Schacht bei einem durchschnittlichen Wasserzufluß von 4 und 6 cbm pro Minute, etwa wie nachstehend <sup>1)</sup>:

Mittlere Teufe	Kosten in Mark pro lfd. Meter fertigen Schacht bei einem durchschn. Wasserzufluß von	
	4 cbm	6 cbm
m		
50	5000	6000
100	6200	8200
150	7500	10500
200	8800	12800
250	10000	15000

## 12. Kapitel.

### Bohrschächte<sup>2)</sup>.

**99. Allgemeines und Geschichtliches.** — Ist ein festes Gebirge so wasserreich, daß man einen Schacht auf gewöhnliche Weise voraussichtlich entweder gar nicht, oder doch nur unter den größten Schwierigkeiten und mit unverhältnismäßig großem Kostenaufwande abteufen kann, so stellt man zunächst ein Bohrloch von der Weite eines Schachtes her, bringt sodann einen wasserdichten Ausbau ein und hat schließlich nur noch die im Innern des Ausbaues befindlichen Wasser herauszuschaffen.

Dieses Verfahren, sogen. Bohrschächte herzustellen, war schon früher in Westfalen durch Kindermann und Honigmann, und noch früher durch den französischen Ingenieur M. Mulot ausgeübt, später auch (1844) durch Combes (Traité de l'exploit. des mines) wiederum angeregt. Die ersten bohrten Schächte von 0,94 m Weite und wendeten Tubblings von Eisenplatten an. Mulot bohrte im Distrikte Pas de Calais einen Schacht von 3,5 m Weite ab und baute ihn mit hölzernen Tubblings aus, aber in allen diesen Fällen wurde der Ausbau nicht wasserdicht gemacht<sup>3)</sup>.

1) Glückauf. Essen 1901, S. 377.

2) Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. VI. Das Schachtbohren. Leipzig 1896.

3) Boring shafts in Westphalia, by A. Demmler (read before the Manchester geological Society, 29<sup>th</sup> January 1878). Trans. Manch. Geol. Soc. Part XVIII, Vol. XIV.

Erst Kind ging im Jahre 1849 dazu über, einen Schacht zu Schönecken unweit Saarbrücken »in toten Wassern« (à niveau plein) abzubohren und mit einem hölzernen, faßartig zusammengesetzten und mit eisernen Reifen verstärkten, wasserdichten Ausbau zu versehen, wie derselbe auch im Schachte I der Zeche Dahlbusch<sup>1)</sup> bei Gelsenkirchen in Anwendung kam. Trotz Hintergießen mit Zement blieb dieser Ausbau nirgends wasserdicht.

Das Verdienst des belgischen Ingenieurs Chaudron<sup>2)</sup> ist es, die allerdings zuerst von Kind ausgesprochene Idee, Gußeisen zum Ausbau zu verwenden, praktisch ausgeführt und damit das ganze Verfahren brauchbar gemacht zu haben.

Mit vollem Erfolge wurde die gußeiserne Cuvelage zum erstenmale im Schachte von St. Vaast bei Péronne im Jahre 1854 angewendet (3,63 m Durchmesser), dann folgte der Schacht St. Marie ebendasselbst, begonnen im Juni 1858 und beendet im August 1860 (1,8 m Durchmesser). Darauf der Schacht St. Barbe bei Ressaix von 1862 bis 1863 (3,65 m Durchmesser), zwei Schächte bei Stiring in Lothringen (3,65 m und 1,90 m Durchmesser), und der Wetterschacht der Zeche Dahlbusch<sup>3)</sup> (1,90 m Durchmesser). Als siebenter Schacht wurde ein neuer Förderschacht Nr. II der Zeche Dahlbusch mit 3,65 m Durchmesser im Jahre 1868 abgebohrt. später folgten die Schächte III und IV derselben Zeche. Im ganzen sind 69 Schächte, und zwar ausschließlich mit glücklichem Erfolge, abgebohrt. Mißerfolge waren bisher weniger dem Verfahren als anderen Umständen zuzuschreiben, z. B. Aufhören des Bohrschachtes vor Erreichung wasserdichter Schichten.

Eine zweite, sich in manchen Punkten von der Methode Kind & Chaudron unterscheidende ist diejenige von Lippmann & Co. (Mauget-Lippmann)<sup>4)</sup>, mit welcher u. a. der Schacht Nr. II der Grube Rheinelbe bei Gelsenkirchen vom Mai 1874 bis Juni 1875, sowie in dem Zeitraume vom 20. August 1875 bis 31. November 1878 (einschl. längerer Stillstände für große Reparaturen) der Schacht der Zeche Königsborn bei Unna abgebohrt sind. Seitdem ist diese Methode nicht mehr angewendet.

Als wesentlicher Unterschied in der Ausführung beider Methoden ist zu erwähnen, daß man nach Chaudron zunächst ein Bohrloch von 1,40 bis 2,50 m Durchmesser schlägt und dann erst mit einem größeren Bohrer erweitert, wobei das kleinere Bohrloch immer mindestens 10 m voraus sein muß, um den Bohrschlamm aufnehmen zu können, während Lippmann & Co. den Schacht gleich in voller Weite abbohrten.

1) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 6, S. 163.

2) Chaudron, Fonçage des puits à niveau plein (Procédé Kind et Chaudron) in: Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles, t. 25, S. 45, und t. 27, S. 135.

3) Glückauf 1867, Nr. 46.

4) Demmler, a. a. O. § 103, Note 1. — Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. VI. Das Schachtbohren, S. 120. Leipzig.

Bei steilem Einfallen und wechselnder Härte der Gesteinsschichten hat man im Bohrschacht Friedrich Franz bei Lübbtheen (Mecklenburg) die Wahrnehmung gemacht, daß der 2,46 m weite Vorschacht gegen den großen Schacht um 250 bis 300 mm exzentrisch stand, wodurch die einseitige Breite des Randes auf 60 bis 70 cm sank. Dabei rutschten durch das Arbeiten des großen Bohrers größere Gebirgsstücke in den Vorschacht, und der große Bohrer verlor die ebene Sohle, wodurch häufige Brüche veranlaßt wurden. Es erscheint zweckmäßig, unter ähnlichen Verhältnissen den Vorschacht nicht weiter als 1,50 m zu nehmen, oder nach Art von Lippmann & Co. ganz fortzulassen.

#### a. Bohrschächte nach dem System Kind-Chaudron.

100. **Einrichtungen und Apparate über Tage<sup>1)</sup>.** — Im allgemeinen entsprechen die Einrichtungen zum Bohren denjenigen, welche bei den Tiefbohrungen besprochen wurden.

Zunächst stellt man, nötigenfalls durch Senkmauer (13. Kap.), einen Vorschacht bis auf den Wasserspiegel her, um die schweren Apparate nicht in zu großer Höhe verlagern, bzw. fundamentieren zu müssen.

Über dem Vorschachte erhebt sich der Bohrturm, in welchem eine Seilscheibe für das Förderseil und unter derselben zwei solide verlagerte und abgestrebte Eisenbahnschienen angebracht sind, welche mehrere Laufkrane zur Aufnahme der Bohrgeräte tragen.

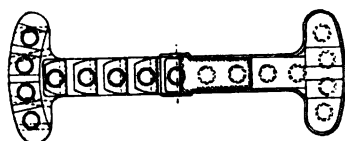
An der einen Seite des Bohrturmes befindet sich die Kabelmaschine zum Einlassen und Ausfordern der Gestänge, sowie zum Löffeln, an der andern Seite die Bohrmaschine. Diese greift, wie beim Gestängebohren, am Kraftarme eines Bohrschwengels an, ist einfach wirkend und mit Handsteuerung versehen. Außerdem schließt sich an das Maschinenhaus die Schmiede an.

Statt des bisherigen mit Eisen beschlagenen Bohrschwengels aus Eichenholz wurde auf Zeche Preußen I ein aus genietetem Eisen bestehender angewendet.

101. **Bohrer<sup>2)</sup>.** — Der kleine Bohrer zum Herstellen des Vorschachtes besteht aus zwei Hauptteilen, welche durch Schließkeile miteinander verbunden sind (Fig. 531 und 532), und wiegt mit allen Teilen 6000 bis 8000 kg.

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 28 ff.; 1883, Bd. 31, S. 420. — Mining Journal, 20<sup>th</sup> Novbr. 1875. — Journal of the Iron and Steel Institute 1877, Nr. 1. — Transactions of the American Institute of Mining Engineers 1876, Vol. 5, S. 117. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 33, S. 975. — Eng. a. min. Journ. Bd. 49, S. 279.

2) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, Taf. VI, Fig. 4 u. 5.



Die Schneide des Bohrers besteht aus einer Reihe gestählter Zähne, welche ausgewechselt und geschärft werden können. Die Meißelbreite beträgt 1,4 bis 2,5 m.

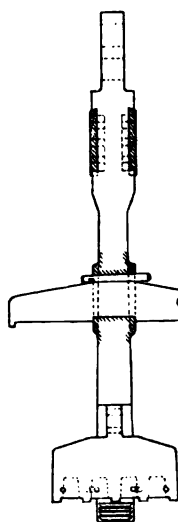
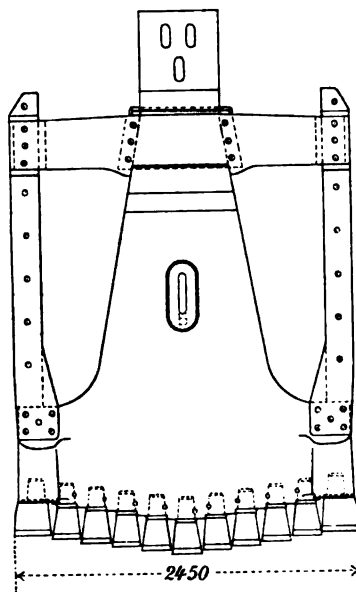


Fig. 531 u. Fig. 532. Kleiner Schachtbohrer von Kind-Chaudron.

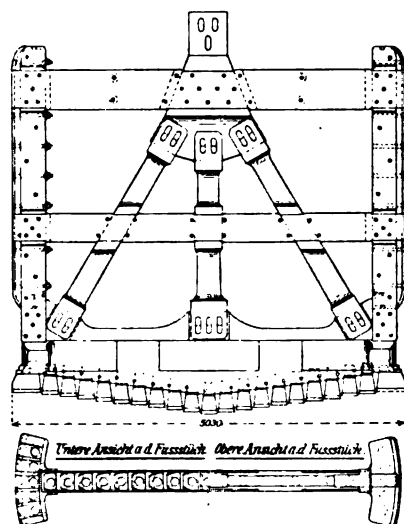


Fig. 533 u. Fig. 534. Großer Schachtbohrer von Kind-Chaudron.

Bei Tiefen bis zu 200 m bohrte Chaudron mit der Rutschschere, bei größeren Tiefen bedient er sich jedoch jetzt auch eines Freifallinstrumentes, weil man bei Anwendung der Rutschschere Abweichungen von der senkrechten Linie bis zu 33 cm festgestellt hatte.

Der große Bohrer (Fig. 526 u. 527) hat für geschlossene Cuvelageringe eine Meißelbreite von 5,030 m, ein Gewicht von 24000 kg und ist ebenso, wie der kleine Bohrer, aus Schmiedeeisen hergestellt.

**102. Schlammliöf-fel.**—Der Schlammliöf-fel besteht aus einem Zylinder von Eisenblech mit zwei Klappen am Boden. Sein Durchmesser ist etwas geringer als derjenige des Vorbohrloches, die Höhe beträgt 3,86 m, die Wandstärke 8 mm. In halber Höhe ist er drehbar an zwei Bügeln aufgehängt,

welche über der oberen Öffnung laschenförmig zur Aufnahme des Gestänges auslaufen. Das Löffeln geschieht nicht mehr wie früher am Bohrgestänge, sondern am Seile.

Außer diesem Schlammloöffel hat man noch nach Art der Sandpumpe (vergl. II, 7, Fig. 62) einen sogen. Kolbenloöffel hergestellt, welcher hauptsächlich durch die saugende Wirkung des Kolbens Eisenteile von der Schachtsohle wegnehmen soll. Damit der gleichzeitig angesaugte Schlamm Platz findet, hat man den Kolbenloöffel noch mit einem eisernen Mantel versehen. In den von diesem und dem Zylinder des Kolbenloöffels gebildeten Zwischenraum ergießt sich der vom Kolben emporgehobene Schlamm, während die schweren Eisenteile im Kolbenloöffel selbst liegen bleiben.

Bei den Arbeiten auf dem Kalisalzwerke Friedrich Franz bei Lübtheen wurde, wenn größere Gesteinsbrocken oder Eisen- und Stahlteile wegzuräumen waren, zunächst das Kratzinstrument angewendet, um die am Schachtstoße liegenden Teile nach der Mitte des Schachtes zu bringen. Alsdann verschloß man die eine Klappe, deren Oberfläche während des Ansaugens mit der andern Klappe zur Ablagerung der schweren Teile diente. Bei der Anwendung des Kolbenloöffels setzte man denselben nach 20 bis 30 Kolbenhüben um etwa 60 Grad herum und konnte so die ganze Schachtsohle aufräumen.

Nach den bei diesem Bohrschachte gemachten Erfahrungen hält es Fr. Buschmann für zweckmäßig, dem Kolben annähernd den Durchmesser des Vorschachtes zu geben, damit auch diejenigen Eisenteile, welche in der Nähe des Schachtstoßes liegen, durch die Saugkraft des Kolbens in den Saugklappenraum befördert werden. Dabei muß man allerdings den Außenraum aufgeben, was auch unbedenklich erscheint, weil man den Bohrschlamm ebensogut und schneller mit dem gewöhnlichen Seilloöffel zu Tage holen kann.

**103. Gestänge.** — Die Gestänge sind hölzerne mit gabelförmigem Beschlage, sie erhalten einen Querschnitt von ca. 20 qcm, nur die Ergänzungsstangen, welche nach dem Abarbeiten der am andern Ende des Bohrschwengels befestigten Stellschraube aufgeschraubt werden müssen, bis eine volle Länge von 20 m für eine hölzerne Stange erreicht ist, bestehen aus Eisen. Die Gestänge werden neuerdings nicht mehr in Klauen, sondern an den Achsen von kleinen vierrädrigen Wagen aufgehängt, welche auf den vorhin erwähnten Gleisen laufen. Das Vor- und Rückwärtsschieben der Gestänge wird dadurch sehr erleichtert.

**104. Sonstige Einrichtungen.** — Das Umsetzen des Meißels erfolgt durch vier Mann an einem Bohrkrückel, das Ausfördern, Abfangen und Aufhängen der Gestänge ganz wie bei einer gewöhnlichen Tiefbohrung mit Gestänge.

Die Anzahl der Hübe pro Minute beträgt bei dem kleinen Bohrer 20 bis 25, bei dem großen 18 bis 20, die Hubhöhe 0,5 bis 1 m.

Störungen durch Brüche kommen in der Regel nur bei dem großen Bohrer vor, lassen sich aber in wenigen Tagen, außerdem auch in jedem größeren Hammerwerke ausbessern.

Die kleineren Unfälle sind dieselben wie beim gewöhnlichen Bohren, und werden auf ähnliche Weise und mit denselben Apparaten beseitigt.

Die gesamte Belegschaft beträgt für die 12stündige Schicht zehn Mann und zwar: 1 Bohrmeister, 1 Maschinist, 1 Heizer, 1 Schreiner, 1 Schmied, 4 Mann zur Bedienung der Werkzeuge und 1 Tagelöhner.

Bei Nachfall ist es bisweilen notwendig, die durchborten Gesteinschichten mit einer verlorenen Verrohrung aus Kesselblech zu versehen.

Bei der Ausführung von Tiefbohrungen, s. II, 45, besonders aber beim Abbohren von Schächten, stellt sich häufig die Notwendigkeit heraus, den Bohrmeißel während des Stoßens mit einer gewissen Kraft an die Bohrschachtwand zu drücken, um entweder den Schacht dauernd größer zu bohren, als es der Breite des Meißels entspricht, oder um Buckel, die im Schachte stehen geblieben sind, zu beseitigen, oder auch, um bei Gesteinsbrüchen den Bohrer während des Fallens gegen die Schachtwand zu drücken und durch die dabei verursachte Bremsung die Wucht des Falles zu verringern.

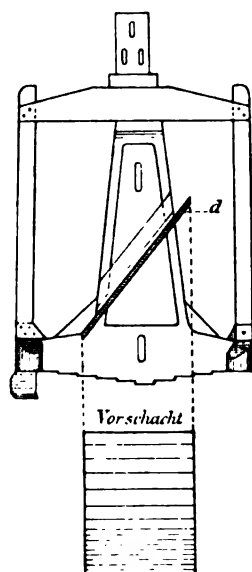


Fig. 535.  
Schachtbohrer mit Steuerplatte.

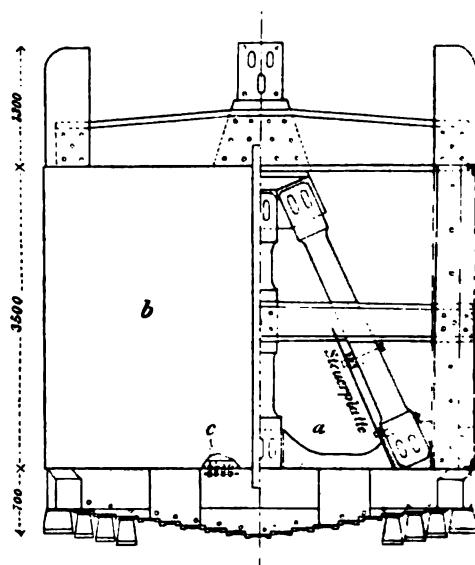


Fig. 536.  
Schachtbohrer mit Steuerplatte und Mantel.

Zu diesen Zwecken hat der Bergwerksdirektor Fr. Buschmann auf dem Kalisalzwerke Friedrich Franz zu Lüthten in Mecklenburg den

Schachtbohrer mit einer um  $60^\circ$  geneigten »Steuerplatte« *d* versehen, Fig. 535 und 536 welche sich für alle vorstehend genannten Zwecke bereits bestens bewährt hat.

Bei einer Größe der Steuerfläche am großen Bohrer von 4 qm und einer Fallhöhe desselben beim Freifall von 1,5 m übt die Steuerplatte im Wasser einen Druck von 1760 kg, bei einem Gestängebruch und einer Fallhöhe von 3 m aber einen solchen von 3530 kg aus, während die Wirkung der Steuerplatte am kleinen Bohrer bei einer Fläche von 1,8 qm und einer Fallhöhe von 0,6 m 318 kg, bei Gestängebruch und 3 m Fallhöhe 1590 kg beträgt.

Als weitere, von Buschmann auf Grund der mit dem Abbohren des Schachtes der Gewerkschaft Friedrich Franz gemachten Erfahrungen eingeführte wichtige Neuerung ist die Umkleidung des großen Bohrers mit einem eisernen Mantel *b* zu erwähnen. Dieser wurde in einer Höhe von 3,5 m hergestellt und am Meißelbalken *a* (Fig. 536 und 537) sowie an den Seiten des Bohrers befestigt. Außerdem war er am unteren Rande mit Stahlzähnen *c* und mit zwei Holzführungen *e* versehen.

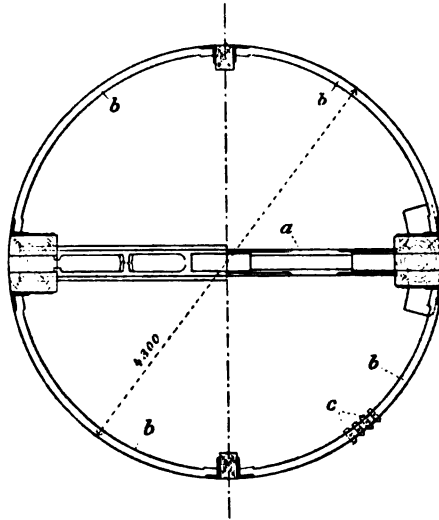


Fig. 537. Schachtbohrer mit Mantel.

Endlich ist zu erwähnen, daß gleichfalls nach den in Lübtheen gemachten Erfahrungen die beiden Seitenteile des großen Bohrers nicht aus Stahl, sondern aus mit Stahl armiertem Holz bestehen müssen, weil dabei weit weniger Brüche vorkommen, abgesehen davon, daß die Bohrer billiger sind.

**105. Die Cuvelage.** — Nachdem der Schacht bis zu wasserärmeren Gebirgsschichten abgebohrt ist, erfolgt das Abschießen der Wasser durch Einsenken der Cuvelage. Dieselbe besteht aus geschlossenen, gußeisernen Ringen von 4,1 m innerem Durchmesser<sup>1)</sup> und 1,2 m Höhe mit sorgfältig abgedrehten oberen und unteren Flanschen und 1 bis 3 diesen parallel laufenden Verstärkungsrippen. Wo diese Weite nicht ausreicht, muß man

1) Im Bezirk der Eisenbahndirektion in Essen ist man ausnahmsweise bis auf 4,5 m lichte Weite gegangen, nachdem durch Entgegenkommen der Bahnverwaltungen für einen beschränkten Umkreis die Vergrößerung des Normalprofils ermöglicht wurde.



Tubbings mit abgedrehten Flantschen, ferner Bleidichtung und innere Verschraubung anwenden.

Die Wandstärke richtet sich natürlich nach der Druckhöhe, sie beträgt jedoch nicht unter 32 mm und steigt bei 100 m Tiefe in 4 Absätzen um je 4 mm.

Für die Berechnung der Wandstärke gilt die Formel:  $e = \frac{R \cdot P}{s}$ , in welcher  $R$  den äußeren Radius,  $P$  den Atmosphärendruck,  $s$  die Materialspannung von 800 kg pro qcm bedeutet. Bei 400 m Teufe ergibt sich daraus bei  $R = 2,2$  m

$$e = \frac{220 \cdot 40}{800} = 11 \text{ cm.}$$

Da man jedoch mit einer Wandstärke von 110 bis 125 mm so ziemlich die Grenze erreicht hat, bei welcher die Ringe noch zuverlässig dicht hergestellt werden können und wegen ihres Gewichtes gut zu transportieren sind, so wird man für größere Teufen entweder nach dem Vorschlage von Tomson nach Art der Zwillingschächte einzelne Trümmer von geringem Durchmesser dicht nebeneinander abbohren, oder nach dem Vorschlage von Haniel & Lueg eine doppelte Cuvelage einbauen, bei der die einzelnen Ringe nur die halbe Wandstärke und das halbe Gewicht bekommen. Der Zwischenraum würde mit Wasser gefüllt und der Raum hinter der äußeren Cuvelage wie gewöhnlich betoniert werden.

Vor der Abnahme wird jeder Ring in einem, oben und unten mit Flantschen abzuschließenden, eisernen Bottiche einer Druckprobe mit dem doppelten zu erwartenden Wasserdrucke unterworfen. Das mittlere Gewicht eines Cuvelageringes beträgt bei 4,1 m Lichtweite und 1,5 m Höhe

bei 32 mm Wandstärke	7000 kg
- 36 -	7600 -
- 40 -	8600 -
- 44 -	8800 -

Die Cuvelage des Schachtes Preußen I wog bei einem lichten Durchmesser der Ringe von 4,1 m, 65 bis 95 mm Wandstärke und 152 m Höhe mit allem Zubehör 1560532 kg, diejenige von Preußen II bei 4,4 m Durchmesser, 75 bis 105 mm Wandstärke und 118 m Höhe 1370700 kg. Der 22000 kg schwere Boden wird aus Stahlguß gefertigt.

Sowohl für Bohr- als auch für Senkschächte in Schwimmsand empfiehlt die Firma Unger & Co. in Hannover Stahlguß-Tubbings von Otto Gruson & Co. in Magdeburg-Buckau, bei denen die Wandstärken, blasenfreien Guß vorausgesetzt, weit geringer werden würden, als bei Gußeisen.

Die einzelnen Ringe werden über Tage aufgesetzt und unter Dichtung mit Bleiblech zusammengeschraubt, wobei das herausgepreßte Blei mit Stemmeisen wieder in die Fugen eingestemmt wird.

**106. Aufhängen und Senken der Cuvelage.** — Die ganze Cuvelage hängt an 6 Ankerstangen *a* (Fig. 538), welche am unteren Ende der Cuvelage, jedoch über dem Gleichgewichtsboden *G* befestigt sind und ebenso, wie die Ringe, durch Aufsetzen ergänzt werden.

Über Tage sind die Ankerstangen durch Wirbel mit Senkschrauben von 4 m Länge und 8 cm Dicke verbunden, deren Muttern aus Kanonenmetall bestehen und in den Naben konischer Zahnräder festgekeilt sind. In die letzteren greifen andere konische Zahnräder ein, deren Achsen in Lagerböcken ruhen und eine Handkurbel tragen.

An jeder Handkurbel steht beim Senken ein Mann und dreht die Kurbel um ein bestimmtes Maß. Ist die Senkschraube abgearbeitet, dann werden die Ankerstangen, ebenso wie gewöhnliche Bohrgestänge, mit Gabeln aufgefangen, die Senkschrauben in die Höhe gebracht und in die Lücke Ergänzungsstücke eingesetzt, bis man volle Ankerstangen einbringen kann.

Sobald jedoch die Cuvelage schwimmt, werden die Ankerstangen entbehrlich und bedarf man, wenn der obere Rand der Cuvelage bis über den Grundwasserspiegel reicht, keiner weiteren Hilfsmittel. Ist der Bohrschacht, nachdem man mit andern Methoden eine gewisse Teufe erreicht hatte, tief unter dem Wasserspiegel angesetzt, so erspart man das Aufführen der Cuvelage bis zu Tage dadurch, daß man auf den obersten Ring einen mit Ventil versehenen Deckel aufschraubt, durch welchen die Gleichgewichtsröhre in einer Stopfbüchse hindurchgeführt wird.

Soll jedoch jetzt die Cuvelage mit Deckel bis zur Schachtsohle gesenkt werden, so wird zunächst ein von der Firma Haniel & Lueg konstruierter Hakenapparat (s. u.) eingeschlagen und in Verbindung mit dem Bohrkabel gebracht. Mit Hilfe des Hakenapparates und des Bohrgestänges wird dann die Cuvelage, nachdem sie durch das im Deckel befindliche Ventil nach Bedarf mit Wasser gefüllt ist, leicht und gefahrlos bis zur Sohle abgesenkt. Auf diese Weise geht es schneller, als mit Senkwinden, weil man nur ein Gestänge mit 20 m langen Stangen zu verlängern hat.

Nach dem Aufsetzen der Moosbüchse beginnt das Betonieren, indem man die Betonlöffel an 8 Seilen führt, welche unten an der Moosbüchse befestigt und auf der Hängebank straff gespannt werden <sup>1)</sup>.

Auf Wallmont bei Hannover (Gewerkschaft Benthe) war das Schachtwasser in den verschiedenen Teufen wegen des Salzgehaltes ungleich schwer, und es stand von vornherein nicht fest, wieviel Wasserballast zum Untergehen der Cuvelage nötig war. Es wurde deshalb der vorhin erwähnte Fünfhakenapparat, s. Taf. VIII Fig. 2, mit dem Deckelventil der Cuvelage derart verbunden, daß die Einfüllung des Wassers in die Cuvelage automatisch erfolgte. Solange die Cuvelage mit dem Wasser schwerer war, als die verdrängte Wassermasse, hing die Cuvelage an dem

1) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 249; 1887, Bd. 35.

Hakenapparat und das Deckelventil *v* blieb geschlossen. Sobald jedoch die Cuvelage in solchen Fällen in Wasserteufen mit größerem spezifischem Gewicht gelangt, dabei Auftritt bekommt und Halt macht, so kann das Bohrgestänge mit dem Hakenapparat noch so weit abgesenkt werden, bis der Hubbegrenzer *a* auf den oberen Cuvelagekranz *b* aufsetzt. Hierbei drückt die Nase *c* auf den Hebel *d* und öffnet das Ventil. Es dringt Wasser in die Cuvelage, diese beginnt wieder zu sinken und wird am Fünfhakenapparat weiter geführt, wobei sich das Ventil wieder geschlossen hat. Dies Spiel wird sich öfter wiederholen müssen, bis die Moosbüchse die Schachtsohle erreicht hat. Hier öffnet sich das automatische Ventil wieder, die Cuvelage füllt sich vollständig mit Wasser und die Moosbüchse

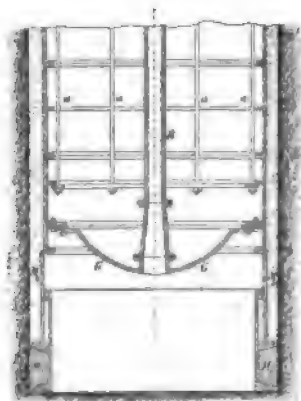


Fig. 538. Cuvelage mit Zubehör.

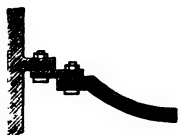


Fig. 539. Befestigung des Gleichgewichtsbodens an der Cuvelage.

wird von etwa 1000 mm auf 200 bis 300 mm zusammengepreßt. Schließlich wird der Fünfhakenapparat durch Rechtsdrehen des Gestänges von der Cuvelage gelöst und zu Tage gezogen.

107. **Gleichgewichtsboden.** — Um nicht das volle Gewicht der Cuvelage den Ankerstangen anvertrauen zu müssen, hat man am unteren Ende der ersteren den schon erwähnten Gleichgewichtsboden *G* (Fig. 538) derart an einer der Flantschen angebracht (Fig. 539), daß er später bequem gelöst und durch die Cuvelage hindurch emporgezogen werden kann.

Nunmehr verliert die Cuvelage soviel an Gewicht, als dasjenige des von ihr verdrängten Wassers beträgt, also z. B. bei 100 m Teufe und 4 m Durchmesser rund 1200000 kg.

Da aber das Gewicht der Cuvelage bei derselben Teufe nur 500000 kg beträgt, so würde Auftrieb stattfinden, wenn man nicht allmählich soviel Wasser in das Innere der Cuvelage treten ließe, daß die Ankerstangen eben belastet sind.

108. **Gleichgewichtsröhre.** — Um nach dem Eintreffen der Moosbüchse (109) auf der Schachtsohle dem unter dem Gleichgewichtsboden befindlichen Wasser einen Ausweg zu verschaffen, führt Chaudron mit der Cuvelage die Gleichgewichtsröhre *R*, siehe Fig. 538, so weit auf, daß dieselbe über den Wasserspiegel hervorragt. Früher blieb der obere Rand der Röhre unter dem Wasserspiegel und war mit einem Hahnverschlusse versehen, durch welchen man das nötige Ballastwasser in die Cuvelage treten ließ. Gegenwärtig wird dies in derselben Weise mit

einem Spritzenschlauche als Heber besorgt, wie früher bei dem Verfahren von Lippmann & Co.

109. **Moosbüchse.** — Den untersten Teil der Cuvelage bildet die Moosbüchse, welche nach Art einer Stopfbüchse die vorläufige Abdichtung der Cuvelage auf der Sohle gegen die Schachtwände durch Moos oder Dichtungspappe, vergl. 74, zu bewirken hat.

Die Moosbüchse besteht aus den zwei Ringen  $M_1$  und  $M_2$ , deren Einrichtung aus Fig. 538 ersichtlich ist. Beim Einsenken hängt der Ring  $M_1$  frei an dem Ringe  $M_2$ . Nachdem jedoch  $M_1$  auf der Sohle angekommen ist, senkt sich, wie es Fig. 538 andeutet, das ganze Gewicht der Cuvelage mit dem Ringe  $M_2$  hinter  $M_1$  hinab und preßt das Moos zusammen, sowie gegen das Gestein. Im Schachte Königsborn war das Moos von 1,75 m auf 0,13 m Höhe zusammengedrückt.

Auf Zeche Preußen I wurde zum ersten Male der äußere Moosbüchsenring in Segmente zerlegt.

Mit dem Herrichten der Moosbüchse beginnt der Einbau der Cuvelage. Nachdem der untere Ring derselben auf den Boden des Vorschachtes gesetzt ist, wird der obere Ring übergeschoben, am äußeren oberen Rande des unteren Ringes ein eisernes Band zum Aufhängen angebracht und sodann der obere Ring bis zu dem eisernen Bande emporgezogen, worauf von einem Fuße zum andern eine Bretterverschalung auf Holzpflöcken angenagelt wird. Die letzteren sind in Löcher eingetrieben, welche in Entfernungen von etwa 15 cm in den äußeren Rand der Füße beider Ringe eingebohrt sind. Der Raum hinter der Bretterverschalung wird mit Moos dicht ausgefüllt und sodann die Verschalung durch ein Netz von Bindfaden ersetzt, um während des Einsenkens ein Herabfallen des Mooses zu verhüten.

Nachdem die Moosbüchse abgefangen ist, setzt man auf dieselbe den ersten Cuvelagering mit dem Gleichgewichtsboden, verbindet diesen Ring mit den Ankerstangen, hebt mit denselben das Ganze etwas an, damit man die Unterlagen der Moosbüchse entfernen kann und beginnt nunmehr das Einsenken der Cuvelage.

110. **Verfahren beim Senken.** — Sobald der oberste Ring eingelassen ist, werden die Ankerstangen auf sechs, in Form eines Polygons über die Schachtöffnung gelegten Balken mit Gabeln abgefangen, die Schraubenspindeln hoch geschraubt, ein neuer Ring auf eine, den Schacht während der Arbeit verschließende Schiebebühne gebracht und aufgehängt, alsdann die Ergänzungsstangen eingesetzt, der neue Ring mit der Kabelmaschine etwas angehoben, nach Entfernung der Schiebebühne aufgesetzt und mit der Cuvelage verschraubt, worauf das Senken von neuem beginnt.

Die Schiebebühne besteht aus zwei Teilen, welche mit Rädern versehen sind und auf zwei Eisenbahnschienen laufen. In der Mitte der geschlossenen Schiebebühne befindet sich eine Öffnung für Gestänge und Seil und auf derselben ein Stück Schienenstrang, sodaß man die schweren

Apparate und Cuvelageringe, welche man mittels Kran auf einen Gestellwagen gesetzt hat, mit diesem über den Schacht fahren, dort am Seile u. s. w. aufhängen, anheben und nach Entfernung des Gestellwagens, sowie nach Öffnen der Schiebebühne in den Schacht einlassen kann.

**111. Betonieren.** — Der zwischen der Cuvelage und den Schachtstößen bleibende Raum von 20 cm Weite wird mit Beton ausgefüllt, welchen man mit besonders eingerichteten Löffeln einbringt, und zwar wendet man in der Regel drei gleichzeitig an. Auf Clotildeschacht bei Eisleben verfüllte man an vier Stellen mit Beton, indem man je zwei Löffel mit einem über Rollen geführten Seile verband, sodaß gleichzeitig zwei gefüllte Löffel nach unten und zwei geleerte nach oben gingen.

Der Betonlöffel besteht aus zwei, dem Schachtstoße entsprechend gekrümmten Blechwänden, welche seitlich durch Holzstreifen geschlossen sind; im Boden befindet sich eine Klappe.

Die Löffel, welche eine Füllung von 0,2 cbm haben, werden an Seilen eingelassen und, unten angekommen, durch Öffnen der Klappe, ebenfalls mit Hilfe eines Seiles entleert.

Der Beton wird aus 4 Teilen Sand, 4 Teilen gesiebttem Wasserkalk, 4 Teilen Traß und 1 Teil Zement zusammengesetzt. Nach der Tiefe zu nimmt man etwas mehr, nach oben hin weniger Zement.

In 24 Stunden ist man im stande, mit drei Löffeln 5 bis 8 m Höhe zu hinterfüllen. Auch kann man in oberen Teufen Ziegelbrocken zusetzen, welche von oben her direkt mit der Schaufel eingetragen werden.

Auf 1 m Schachthöhe sind etwa 3 cbm Beton, und zur Erhärtung 1 bis 2 Monate erforderlich.

**112. Fertigstellung des Schachtes.** — Nach dem Erhärten des Betons wird zunächst das Wasser im Innern der Cuvelage gesümpft, was mit gewöhnlichen, am Boden mit einem Ventile versehenen Wassertonnen geschehen kann.

Im Bohrschachte der Gewerkschaft Friedrich Franz bei Lüththeen in Mecklenburg mußte man, weil die Abdichtung mit der Moosbüchse nicht gelungen war, den Gleichgewichtsboden mit Hilfe von Pumpen und der Tomsonschen Wassertonne zugänglich machen. Da der freie Querschnitt des Schachtes dadurch verbaut wurde, so konnte man den Boden nicht in horizontaler Lage durchbringen. Der Bergwerksdirektor Fr. Buschmann half sich deshalb in der Weise, daß er den Boden, nachdem er ihn auf den nächsten Flantsch niedergelassen und den Tragring, an welchem der Boden bis dahin befestigt war, zu Tage geschafft hatte, mit zwei exzentrisch angeschraubten runden Zapfen versah. Nachdem die ebenfalls angeschraubten Lappen, mit denen sich der Boden auf den unteren Flantsch gelegt hatte, entfernt waren, legte sich der Boden auf die Seite. Man zog alsdann durch die mittlere Öffnung des Bodens eine starke Kette und holte den Boden innerhalb 2 Stunden heraus.

Nachdem sodann noch das unter dem Gleichgewichtsboden befindliche Wasser entfernt ist, erübrigt nur noch, der Cuvelage einen festen Fuß zu geben. Zu diesem Ende teuft man den Schacht mit Schlägel und Eisen 3 bis 4 m ab, legt bei 2,8 m unter der Moosbüchse einen aus 12 Segmenten bestehenden eichenen Keilkranz, auf diesen einen eben solchen eisernen von 25 cm Höhe und 30 cm Tiefe, und darauf einen zweiten eisernen von gleicher Art. Alle drei dienen als Fundament für die nun folgende Anschlußcuvelage, welche den Raum unter der Moosbüchse bis auf eine Spalte von 3 bis 4 cm ausfüllt. Die letztere wird, nachdem die Anschlußcuvelage mit Beton hinterfüllt ist, verkeilt und picotiert.

**113. Verändertes Kind-Chaudronsches Verfahren.** — Eine wesentliche Vereinfachung hat das Kind-Chaudronsche Verfahren beim Abbohren des Schachtes Nr. 6 der Gruben von Escarpelle bei Douai<sup>1)</sup> erfahren, indem man nach früheren Vorgängen<sup>2)</sup> die Moosbüchse, außerdem aber auch den Gleichgewichtsboden nebst Röhre, fortgelassen hat. Der unterste Ring hat einen 20 cm breiten Fuß, mit dem er sich auf der Schachtsohle aufsetzt. Das wasserdichte Abschließen gegen das Gestein erreicht man lediglich durch das Betonieren, welches allerdings mit großer Sorgfalt geschieht. Alle angewendeten Materialien haben Mühlen durchlaufen, in welchen sie nicht allein fein gemahlen, sondern auch innig gemischt werden. Man hält es auch für überflüssig, den Fuß der Cuvelage durch Keilkränze zu sichern, sondern man schließt die Mauerung im Steinkohlengebirge unmittelbar an den Fuß der Cuvelage an.

Die Verbindung der Flantschen geschieht mit 3 mm starkem Bleiblech und je 60 Schrauben.

Für die untersten Meter geschah das Zerbrechen und Mengen der Materialien mit der größten Sorgfalt, je höher hinauf, um so weniger vollständig wurde das Zerbrechen ausgeführt und gleichzeitig an Zement abgebrochen.

Die Wandstärke der Cuvelage beträgt unten 35 mm und vermindert sich nach oben auf 25 mm. Der Preis war 17 fr. für 100 kg. Die Kosten der Cuvelage von 64,69 m Höhe sind aus der Tabelle auf S. 606 zu sehen.

Die Arbeit ist trotz ihrer Abweichung vom gewöhnlichen Verfahren vollkommen gelungen, da die Cuvelage sowohl am Fuße, als auch in ihrer ganzen Höhe durchaus wasserdicht abschließt. Gleichwohl dürften sowohl Moosbüchse als auch Gleichgewichtsboden im allgemeinen eine größere Sicherheit für ein glückliches Gelingen der Arbeit bieten.

---

1) Bull. de la soc. de l'ind. min. 1866, S. 467.

2) Ebenda 1882, S. 467.

Für	Arbeitslöhne fr.	Materialien fr.
Herstellen der Hängebank, Vorschacht	24 674,95	16 692,90
Abbohren des Schachtes . . . . .	16 788,00	5 301,45
Einhängen der Cuvelage, Betonieren .	7 780,40	4 403,01
Im ganzen	49 243,35	26 397,36
Cuvelage . . . . .		59 339,90
Schrauben . . . . .		2 912,59
Bleidichtung . . . . .		1 309,25
Im ganzen		89 959,10
Dazu Arbeitslöhne . . . . .		49 243,35
Gesamtkosten		139 202,45

Also für 1 m = 2150 fr.

114. **Schlußbemerkungen.** — Der lichte Durchmesser der Cuvelage-ringe von 4,1 m innerhalb der Flantschen ist als Maximum zu betrachten, weil einmal größere Ringe das zulässige Normalprofil bei den Eisenbahnen überschreiten würden und man bei größerem Durchmesser Eisengießerei, Dreherei u. s. w. am Schachte haben müßte, wie bei den Schächten von Huntington in England, welche eine lichte Weite von 15 Fuß englisch = 4,6 m haben (vergl. 105, Fußnote). Außerdem steigen die Schwierigkeiten beim Abbohren wegen der größeren Gewichte, und endlich kommt man bei größerer Tiefe und Weite auf sehr bedeutende Wandstärken der Cuvelage.

Braucht man notwendig mehr Raum, als ihn ein Schacht von 1,4 m lichter Weite bietet, dann wird es sich in den meisten Fällen empfehlen, einen zweiten abzubohren. In der Regel wird jedoch die erwähnte lichte Weite genügen, wie die Querschnitte Fig. 227, 228, 229<sup>1)</sup> dartun. Übrigens ist man an einen Maximaldurchmesser des Schachtes nicht gebunden, wenn man statt der geschlossenen Ringe solche aus bearbeiteten Segmenten mit innerer Verschraubung und Bleidichtung anwendet, was allerdings wesentlich höhere Kosten verursacht.

#### b. Kosten der Bohrschächte und Leistungen beim Abbohren.

115. **Vergleich der Methoden unter sich und mit gewöhnlichem Abteufen.** — Im allgemeinen hängen die Kosten von der Härte des Gesteins, dem Durchmesser des Schachtes und seiner Tiefe, ferner von notwendiger Verrohrung und vom Preise des Gußeisens ab.

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, Taf. VIII.

Am vorteilhaftesten zeigen sich Kosten und Leistungen für Bohrschächte in sehr wasserreichem Gebirge, im Vergleich zu dem gewöhnlichen Abteufen mit Wasserhaltung. So kostete bei letzterem Verfahren das steigende Meter in je einem Schachte von:

Carling . . . . .	11488 <i>M</i>
Merlebach . . . . .	18920 -
Falck . . . . .	13817 -

Trotzdem konnten alle drei Schächte nicht bis ins Steinkohlengebirge abgeteuft werden und der bedeutende Kostenaufwand war vergeblich.

Dagegen wurden nach der Methode Kind-Chaudron unter denselben Umständen folgende Schächte in l'Hôpital glücklich durchgebracht<sup>1)</sup>:

a. Schacht Nr. 1 (Wetterschacht) mit einem Durchmesser im Lichten von 3,80 m und einer Teufe von 159 m in 3 1/2 m Jahren. Die Kosten für das steigende Meter betrugen einschl. Cuvelage 1335,20 *M*.

b. Schacht Nr. 2 (Förderschacht) mit einem lichten Durchmesser von 3,40 m und einer Teufe von 159,20 m in 3 Jahren, 2248 *M* für das steigende Meter.

Ziemlich ebenso hoch stellten sich die Kosten für zwei Schächte von 3,20 m lichtigem Durchmesser und 91,44 m Teufe bei Meurchin in Nordfrankreich<sup>2)</sup>.

Von den Schächten der Zeche Dahlbusch kostete Nr. 2 bei 105 m cuvelierter Teufe 293600 *M*, oder für das steigende Meter rund 2778 *M*, Nr. 3 und 4 dagegen 1740 *M*, während das weitere Abteufen im Steinkohlengebirge 1650 *M* für das steigende Meter kostete.

In Königsborn kostete der nach der Methode Lippmann & Co. (99, Abs. 6) abgebohrte Schacht von 3,65 m Durchmesser:

an Arbeitslohn, Fracht und Betriebsmaterialien . . . . .	182604 <i>M</i>
die Cuvelage, 905604 kg Gußeisen nebst Schrauben, Stangen und verbrauchten Kohlen . . . . .	222680 -
Summe	405284 <i>M</i>

also bei einer Teufe von 182 m für 1 m rund 2227 *M*, wobei zu bemerken ist, daß der durchbohrte Mergel stellenweise sehr hart war.

Bei der Gewerkschaft Großherzog von Sachsen bei Dietlas (4,1 m Durchmesser, 400 m Teufe) kostete 1 m etwa 6000 *M*. Bei den in der Zeit von 1890 bis 1900 in Westfalen abgebohrten Schächten schwanken die Kosten zwischen 6474 *M* (Westhausen II) und 9633 *M* (Preußen I/I) und betrugen im Durchschnitt 8156 *M*. Die Kosten für

1) Bull. de la soc. de l'ind. min. 1877, S. 479 ff.

2) Schulz in Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 47.



mittlere Bohrteufen von 50 bis 350 m, bei einem Durchmesser von 4,40 m, wurden von Bergassessor Hoffmann<sup>1)</sup> veranschlagt, wie folgt:

Mittlere Bohrteufe	Kosten pro lfd. Meter bei einer Höhe des abzuhorenden Schachtteils von	
	100 m	50 m
m	ℳ	ℳ
50	6000	7 000
100	6200	7 300
150	6500	7 600
200	7000	8 200
250	7800	9 000
300	8700	10 000
350	9600	11 000

Bei einem Durchmesser von 4,10 m sind je nach der Teufe 200 bis 300 ℳ weniger anzusetzen.

Läßt man die 4 Schächte von Dahlbusch weg, weil bei ihnen ganz besonders günstige Gesteinsverhältnisse vorlagen, so stellen sich die Leistungen beim Abbohren von 9 westfälischen Schächten bei dem kleinen Bohrer auf rund 12 m, bei dem großen auf rund 5,5 m und für die ganze Bohrarbeit auf rund 3,5 m im Monat<sup>2)</sup>.

**116. Allgemeine Vorteile der Bohrschächte.** — Ebenso wie in Lothringen mußten u. a. auch in Westfalen eine ganze Reihe von Schächten (Scharnhorst, Hansa II, Gneisenau, Hansemann, König Ludwig, Bertha Wilhelmine, Gustav Adolph) nach langjähriger harter Arbeit bei gewöhnlichem Abteufen und einem Kostenaufwande von 12 Millionen Mark schließlich aufgegeben werden, während sie als Bohrschächte sicher und mit geringeren Kosten bis ins Kohlengebirge gebracht sein würden. Dabei ist auch noch zu berücksichtigen, daß das Gebirge in der Umgebung des Schachtes dauernd seinen natürlichen Wasserstand behält, und daß man, wie schon früher erwähnt wurde, mit Anwendung der Bohrschächte kostspielige Anlagen zur Wiederbeschaffung des entzogenen Brunnenwassers, bezw. lästige Prozesse vermeidet.

Alle diese Vorteile gelten jedoch nur für sehr wasserreiches Gebirge mit über etwa 5 cbm Zufluß und bei Teufen von mehr als 150 m. Liegen solche Verhältnisse nicht vor, dann ist das gewöhnliche Abteufen vorzuziehen, weil es wesentlich billiger ist.

1) Glückauf. Essen 1901, S. 781.

2) Ebenda S. 779.

### 13. Kapitel.

#### Wasserdichter Ausbau in wasserreichem, rolligem Gebirge.

##### A. Senkschächte<sup>1)</sup>.

117. **Allgemeines.** — Häufig sind Braunkohlenflötze, Salzlager und auch das Steinkohlengebirge mittelbar oder unmittelbar von mehlformigen, zum Teil tonigen Sandmassen bedeckt, welche mehr oder weniger wasserreich sind und dann die Namen Schwimmsand, Fließ und (in Oberschlesien) Kurzawka führen. Ist der Schwimmsand wasserarm, so bietet er dem Abteufen keine wesentlichen Schwierigkeiten, denn er steht dann gut und ist leicht zu gewinnen. Je mehr aber der Wassergehalt steigt, um so mehr nimmt der Schwimmsand die Eigenschaften einer dick- oder dünnflüssigen Masse an, in welcher das Abteufen von Schächten zu den schwierigsten bergmännischen Arbeiten gehört.

Der Schwimmsand liegt gewöhnlich dicht unter der Humusdecke und hat in den meisten Fällen nicht mehr als 12 bis 20 m Mächtigkeit, nur in den Flußniederungen, u. a. im Ruhr- und Rheingebiete, sind derartige Schichten sehr mächtig und auch ausgedehnt. Im übrigen Flachlande füllt er die Vertiefungen seiner Unterlage, also in Westfalen, in Belgien und im nördlichen Frankreich des Emscher Mergels aus, sodaß man oft durch eine geringe Verschiebung des Schachtpunktes in der Lage ist, dem Schwimmsande entweder ganz aus dem Wege zu gehen oder doch eine Stelle zu wählen, wo er nur eine geringe Mächtigkeit hat. Diese Tatsache weist auf die Notwendigkeit hin, durch Bohrungen, welche mit dem Spritzbohrverfahren (s. d.) leicht und billig auszuführen sind, den Schachtpunkt sorgfältig auszuwählen.

Während nun bei den bisher besprochenen Methoden des Abteufens in wasserreichem Gebirge zuerst der Schacht hergestellt und darauf der Ausbau eingebracht wird, verfährt man im Schwimmsand in der Weise, daß man dem Abteufen einen wasserdichten Ausbau von Stein oder Eisen unmittelbar nachfolgen oder womöglich etwas vorausgehen läßt. Der Ausbau sinkt dabei entweder durch sein eigenes Gewicht ein (Senkmauerung), oder er muß durch Pressen niedergedrückt werden. In beiden Fällen wird der Ausbau über Tage durch Aufsetzen ergänzt. Nur bei geringer Mächtigkeit und wenig Wassergehalt des Schwimmsandes erscheint es gerechtfertigt, Getriebearbeit anzuwenden.

1) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 228; 1858, Bd. 6, S. 176; 1859, Bd. 7, S. 194; 1860, Bd. 8, S. 24. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 32 (1888), S. 191. — Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. VI. Das Schachtbohren, S. 131.

Ein glänzendes und einzig dastehendes Beispiel, wie durch Einsicht, Energie und Ausdauer Senkschächte unter den größten Schwierigkeiten, nach 20jähriger mühevoller Arbeit durch 131 m mächtige Diluvialschichten mit dünnen Mergellagen glücklich bis ins Steinkohlengebirge gebracht sind, liefert die Zeche Rheinpreußen bei Homberg am Rhein<sup>1)</sup>. Es ist dieses Beispiel besonders lehrreich, weil es zeigt, wie mannigfach die Störungen sind, denen man bei dieser Arbeit ausgesetzt sein kann.

Andere interessante Beispiele liefern die Schächte auf Zeche Deutscher Kaiser<sup>2)</sup> (durch 75 m Diluvialgebirge und 54 m Kreidemergel abgeteuft), sowie auf Zeche Ruhr und Rhein<sup>3)</sup>, beide bei Ruhrort.

**118. Abteufen mit Wasserhaltung.** — Während bei den Bohrschächten nur in toten Wassern abgeteuft wird, kann man bei den Senkschächten mit und ohne Wasserhaltung vorgehen. Das Abteufen mit Wasserhaltung ist bei geringen Teufen am gebräuchlichsten. Dabei wird das Gebirge auf der Schachtsohle, nötigenfalls unter Vertäfelung der letzteren (s. Getriebearbeit), mit Handarbeit gewonnen, während gleichzeitig der oben aufgesetzte Ausbau zum Sinken gebracht wird.

**119. Abteufen in toten Wassern.** — Das Abteufen in toten Wassern, also ohne Wasserhaltung, bietet durch den Gegendruck innerhalb des Ausbaues besseren Schutz gegen Durchbrüche, als dasjenige mit Wasserhaltung. Die Gewinnung des Gebirges auf der Schachtsohle erfolgt durch ein- oder zweiflügelige Sackbohrer, durch Bagger, Mammuthpumpen (S. 623) und wenn grobe Kiesbrocken, erratische Blöcke oder feste Gesteinschichten zu beseitigen sind, durch Anwenden von hufeisenförmigen Messern<sup>4)</sup>, mit denen man die Geschiebe ebenfalls drehend beseitigt.

Bei einflügeligen Sackbohrern ist am unteren Ende einer mit eiserner Spitze versehenen Stange ein eiserner Bügel befestigt und an diesen ein Sack von grober Leinwand oder Drillich angenäht. Der Sack füllt sich beim Drehen der Stange, läßt aber beim Aufziehen nur Wasser durch, während der Sand zurückgehalten wird. Als Beispiel eines zweiflügeligen oder Doppel-Sackbohrers möge der durch die Fig. 540 und 541 dargestellte von Diak<sup>5)</sup> dienen. Derselbe ist mit zwei Bügeln und mit zwei Säcken, aus dicht geflochtenem Tauwerk bestehend, versehen. Die Bügel sind an dem eigentlichen Stiele verschiebbar, sodaß nach Füllung der Säcke nicht der ganze Apparat, sondern nur die Bügel und Säcke gehoben zu werden brauchen, was mittels der Kette *a* geschieht. Der Sperrhaken *b* wird vor dem Heben der Bügel durch das

1) Preuß. Zeitschr. 1863, Bd. 11, S. 43—62; 1869, Bd. 17, S. 385—416; 1872, Bd. 20, S. 95—119; 1875, Bd. 23, S. 236—251; 1879, Bd. 27, S. 1—13.

2) Rive in Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 67 ff.

3) Preuß. Zeitschr. 1870, Bd. 18, S. 273.

4) Ebenda 1889, Bd. 37, S. 71. — Vergl. 125.

5) Handb. der Ingenieur-Wissensch. Bd. IV, Abteil. I, S. 336. Leipzig 1883.

Seil *c* gelöst. An einem geeigneten Gerüst hängt der ganze Apparat in dem Wirbel *d*, sodaß die Drehung desselben durch 4 bis 6 Arbeiter leicht bewerkstelligt werden kann. Die Kette *a* wird während der Drehung des Apparates in den Wirbel *d* gehängt, damit dieselbe sich nicht um den Stiel herum legt. Nach Füllung der beiden Säcke wird die Kette *a* an

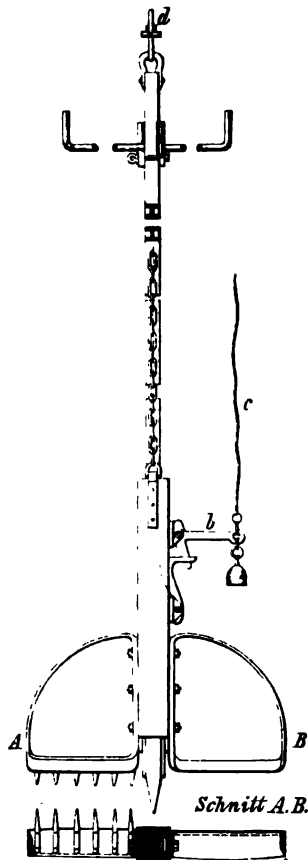


Fig. 540.

Doppelsackbohrer.

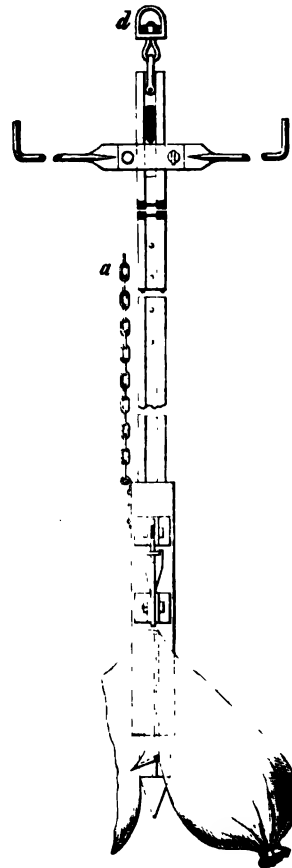


Fig. 541.

einer Windetrommel befestigt und aufgewickelt. Die durch Umkehren entleerten Säcke gleiten an der Stange so lange hinab, bis der Sperrhaken *b* in eine Falle einschnappt, wodurch der Bügel mit den Säcken in richtiger Lage gehalten wird. Der Apparat ist aus Eisen hergestellt und kann sowohl bei Baggararbeiten, als auch für Senkschächte angewendet werden. Übrigens ergeben die Sackbohrer eine geringe Leistung, welcher Übelstand indes durch Sassenberg und Clermont dadurch behoben ist, daß man die Säcke mittels der Fördermaschine herausholt, wodurch

es möglich ist, die Säcke in ebensoviel Minuten zu entleeren, als man früher Stunden brauchte.

Vorher schon hatte Jacobi in Sterkrade die geringe Leistung des alten Sackbohrers dadurch zu erhöhen gesucht, daß er einen Bohrer konstruierte, der ähnlich dem alten Sackbohrer drehend arbeitete, aber keine Säcke hat. Das Gebirge wird dabei durch die Fördermaschine mittels eines Löffels durch das hohle Bohrgestänge gefördert, der Bohrer (unter Nr. 95941 patentiert) kann also ununterbrochen arbeiten.

Von dem auf Zeche Rheinpreußen angewendeten neuesten Verfahren wird bei den eisernen Senkschächten (134) die Rede sein.

An Stelle des Sackbohrers wird jetzt vielfach und mit gutem Erfolge ein an einem Senkbaume angebrachtes Baggerwerk benutzt<sup>1)</sup>. Der Inhalt der einzelnen Becher war auf Zeche Wilhelmine Viktoria 45 l.

Ferner hat man auf der Steinkohlengrube Deutscher Kaiser, Bergrevier Duisburg, seit 1888 beim Abteufen zweier Schächte den Pristmannschen Bagger angewendet, welcher sich sehr gut bewährt hat. Nachdem man mit dem bloßen Bügel des Sackbohrers das tonige Gebirge losgeschnitten hatte, wurde der etwa 1500 kg wiegende und 1 cbm fassende Bagger (Greifer) eingelassen und die gelöste Masse ausgefördert. Die größte Monatsleistung betrug in dem 7,4 weiten Schachte 9 m.

Der Bagger besteht aus zwei, am unteren Rande mit angenieteten Spitzen versehenen muldenförmigen Kasten aus Eisenblech, welche an einer Achse drehbar angebracht sind. Beim Einlassen gehen die Kasten auseinander und die senkrechten Spitzen dringen in die Massen ein. Sodann wird durch Anziehen des Kabelseiles unter Übertragung der Bewegung

auf Kettenrollen mit sich aufwickelnden Ketten ein Schließen der Kasten bewirkt, wobei die Spitzen ähnlich zusammengreifen, wie die Finger von gefalteten Händen. Über Tage läßt man die Kästen sich öffnen und ihren Inhalt von etwa 1 cbm in untergestellte Bergewagen entleeren<sup>2)</sup>.

Der Direktor Pattberg auf Zeche Rheinpreußen schlägt vor, die Wandung des gußeisernen Zylinders mit Röhren zu versehen, in denen die auf der Sohle gelösten Massen aufgesaugt werden<sup>3)</sup>.



Fig. 542.  
Bohrgestänge zum Abbohren von Senkschächten.



Fig. 543.

**120. Gestänge.** — Die Sackbohrer sind entweder an massiven, eisernen Stangen mit quadratischem Querschnitt von 52 bis 78 mm Seite,

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 125.

2) Ebenda 1891, Bd. 39, S. 95, Taf. X, Fig. 1–4; 1893, Bd. 41, S. 227.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1897, S. 225.

oder an Hohlgestängen von 10 mm starkem Eisenblech und 320 mm Durchmesser befestigt, dessen einzelne Teile in Zwischenräumen von 1,18 m mit 160 mm Übergreifung zusammengenietet sind (Fig. 542 und 543).

Die auf solche Weise zusammengesetzten, 9,5 m langen Bohrstangen haben an beiden Enden Muffen, welche durch einen gußeisernen Kreuzkeil *c* verbunden sind. Am oberen Ende jeder Bohrstange ist noch ein Knaggen *x* von starkem Winkeleisen angenietet, welcher zum Abfangen der Gestänge auf einer Gabel dient.

Außer den ganzen Bohrstangen hat man Ergänzungsstangen von 1 bis 3 m Länge.

Ein solches Hohlgestänge hat sich auch auf Zeche Deutscher Kaiser sehr gut bewährt, weil es trotz größter Anspannung durch Drehung nicht die geringste Federkraft zeigte und deshalb beim Freiwerden des Arbeitszeuges auch nicht, wie die quadratischen Gestänge, rückwärts geschleudert wurde, wodurch häufige und schwere Brüche entstehen können.

**121. Motoren für das Drehen des Sackbohrers.** — Die Drehung des Gestänges geschieht bei geringen Teufen mit der Hand. Die Arbeiter stehen auf einer fliegenden Bühne mit zwei Klappen zum Durchziehen des Sackbohrers und drehen an einem Querbaume.

Bei größeren Teufen hat man, wie auf Zeche Rheinpreußen, Maschinenkraft angewendet, welche durch Winklräder auf das Gestänge wirkte.

Auf Zeche Deutscher Kaiser schrieb man die große Leistung im Abbohren zum Teil dem Umstande zu, daß man Ochsen als bewegende Kraft angewendet hat. Dieselben hielten nämlich fest, wenn der Bohrer hakte oder faßte, und ließen keine rückgängige Bewegung zu, was bei Maschinen und Pferden nicht zu erreichen sein würde. Außerdem bemerkt man ein solches Anhaken an Kieselknollen u. s. w. sofort, während bei Anwendung von Maschinenkraft oft erst eine übermäßige Anspannung des Bohrzeuges eintritt.

**122. Einrichtungen über Tage.** — Da bei Senkarbeit die Möglichkeit von Durchbrüchen und somit von Auskesselungen über Tage vorgesehen werden muß, so hat man alle maschinellen Anlagen weit genug vom Schachte anzubringen und ihre Kraft auf geeignete Weise zu übertragen.

Das Schachtgerüst und den Bewegungsmechanismus der Pumpen verlagert man auf Rüstbäumen und Sprengwerken, welche den Schacht genügend weit übergreifen.

Im Schachtgerüste hängt eine Seilscheibe, über welche das bei größeren Unternehmungen dieser Art von einem Dampfkabel getriebene Seil zum Fördern des Senkbohrers geführt ist.

**123. Material für den Ausbau.** — Als Material verwendet man Mauerung (Klinkerziegel und rasch erhärtenden Zement), ferner Gußeisen, wie auf der Zeche Deutscher Kaiser, und Schmiedeeisen. Endlich hat man

in einzelnen Fällen sogar Holz angewendet, und zwar sowohl faßartig, als auch in Jöchern.

Nur für die oberen Teufen eines Schachtes, bezw. bei einer Mächtigkeit des Schwimmsandes von nicht über 20 m, ist Mauerung am zweckmäßigsten anzuwenden, zumal sie später als Führung für eiserne Senkschächte, sowie als Fundament für Schachtträger u. s. w. dienen kann. Macht jedoch das weitere Einsenken der Mauerung Schwierigkeiten, dann ist es besser, dieselbe stehen zu lassen und einen eisernen Senkschacht einzusetzen, zumal man bei Auflegen von Gewichten der Gefahr ausgesetzt ist, daß der untere Teil einer Senkmauer zerdrückt und sodann durch den Wasserdruck zerrissen wird — vergl. 133.

**124. Weite und Form der Senkschächte.** — Bei größeren Teufen wird es immer vorkommen, daß der zuerst eingesenkte Ausbau mit allen Mitteln nicht zum weiteren Sinken zu bringen ist. Man ist alsdann genötigt, einen zweiten, dritten u. s. w. Senkschacht in den ersten einzusetzen, und muß deshalb mit genügend großen Dimensionen anfangen. Auch kommt es dabei vor, daß man, um an Raum zu sparen, in Mauerung eiserne Senkschächte einbringt, wie es auf Zeche Rheinpreußen geschehen ist.

**125. Sinken des Ausbaues.** — Das Sinken erfolgt bei Mauerung durch deren Eigengewicht, allenfalls noch durch besondere Belastung. Bei Eisen und Holz müssen von vornherein Druckschrauben und hydraulische Pressen vorgesehen werden.

Hat sich der Schachtausbau an einer Stelle aufgehängt und versagen die oben genannten Mittel, so sucht man das weitere Sinken dadurch herbeizuführen, daß man auf der Schachtsohle an der betreffenden Stelle, nötigenfalls durch Unterschneiden mit Messern, welche durch Anziehen eines Seiles herausgedrückt werden, mehr Gebirge wegfördert, als an andern Stellen. Freilich läuft man dabei Gefahr, daß der Schacht auf der betreffenden Seite plötzlich zu stark niedergeht und dadurch entweder schief wird oder Brüche erleidet.

Beim Abteufen des eisernen Senkschachtes der Grube Maria bei Hön-  
gen<sup>1)</sup> ist ein regelmäßiges Sinken des Ausbaues dadurch erreicht, daß man durch Einpressen von Wasser den Sand um den Schacht herum möglichst dünnflüssig erhielt. Zu dem Zwecke sind etwa 1,5 m über dem Schuh 40 auf der Schachtrundung verteilte, durch die Eisenwandung des Schachtes hindurchgehende feine Wasserröhrchen angebracht, welche im Innern bis zu Tage gehen und hier Wasser von höherem Drucke aufzunehmen imstande sind.

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 281.

a. Gemauerte Senkschächte.

126. **Der Rost und die Verankerung.** — Beim Durchteufen der Diluvialschichten von geringer Mächtigkeit hat man meistens Senkmauerung angewendet.

Die Arbeit beginnt mit dem Abteufen eines Vorschachtes bis zum Wasserspiegel, event. mit Getriebearbeit, sodann wird auf der Sohle dieses Vorschachtes der Rost eingebaut.

Derselbe besteht aus buchenen Bohlen (Fig. 544), welche mit eisernen Schrauben unter sich verbunden sind. Den untersten Teil des Rostes bildet ein Senkschuh *b* aus Eisenblech. Ferner ist *a* eine der sechs Ankerstangen von 30 bis 50 mm Stärke, welche mit dem Roste verbunden und durch die ganze Mauerung nachgeführt werden.

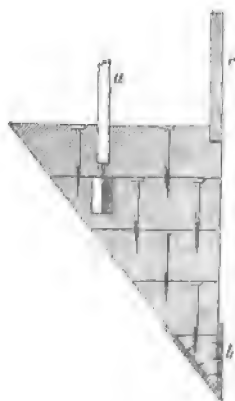


Fig. 544.



Fig. 545.  
Rost mit Senkschuh.



Fig. 546.

An den Stellen, wo die Ankerstangen wechseln, bringt man auch noch ein horizontales Geschlinge von eisernen Flatschienen ein, durch deren Enden die Ankerschrauben hindurchgehen.

An den letzteren kann die Senkmauerung soweit aufgehängt werden, daß sie nicht mit einem Male zu viel oder einseitig zu sinken vermag.

Beim Senkschachte der Braunkohlengrube Neue Hoffnung bei Pömmelte hat man mit Erfolg an Stelle der massiven Anker schmiedeeiserne, patentgeschweißte Röhren eingebaut, um beim Durchteufen eines etwa 12 m mächtigen Kieslagers größere, ein gleichmäßiges Niedergehen des Senkschuhes hindernde Geschiebe besser beseitigen zu können<sup>1)</sup>.

Eine andere Form des Rostes zeigt Fig. 545. Bei dieser ist der aus mehreren Segmenten bestehende schmiedeeiserne Schuh mit der untersten Bohlenlage durch Holzschrauben verbunden.

1) Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 281.



Bei größeren Tiefen, wo diese Einrichtung keine genügende Sicherheit für die Haltbarkeit bietet, dürfte der in Fig. 546 dargestellte vorzuziehen sein. Dieser hat einen gußeisernen Senkschuh, welcher aus 8 bis 16 Segmenten zusammengesetzt ist. Die Wandstärke eines solchen Schuhs betrug auf Zeche Rheinpreußen 33 mm, die Höhe 55 cm und die obere Breite 44 cm. Auf dem Schuh liegen mehrere Bohlenlagen von 105 mm Stärke, welche um 65 mm vorspringen, bis die Mauerstärke erreicht ist. Die Bohlenlagen sind durch zwischengelegte geteerte Pappe gedichtet. Die Höhlung des Schuhs, dessen Segmentfugen mit Holzbrettchen verdichtet sind, wird, um das Aufsetzen zu vermeiden, mit Brettern ausgefüllt, welche durch eiserne Reifen gehalten werden.

**127. Bretterverschalung.** — Um der Mauerung eine glatte Außenfläche zu geben und dadurch sowohl das Sinken zu befördern, als auch ein Abreißen der Mauer beim etwaigen Aufhängen zu vermeiden, umgibt man dieselbe mit einer Bretterverschalung *c* (Fig. 544, 545, 546), deren unteres Ende an den Rostbohlen festgenagelt ist.

Um die Bretter auch in der Mitte und oben befestigen zu können, werden an den betreffenden Stellen Holzkränze mit eingemauert.

Diese Verschalung dient zugleich als Lehre für die Verjüngung des Mauerwerks, welche auf 1 m Höhe u. a. in Westfalen 38 mm, in Erfurt 87 mm beträgt<sup>1)</sup>.

**128. Mantel von Eisenblech.** — Auf dem Steinsalzschatte bei Schönebeck hat man an Stelle der Holzverschalung mit gutem Erfolge einen Mantel von Eisenblech angewendet. Ebenso verfuhr man auf der fiskalischen Braunkohlengrube Löderburg bei Staßfurt, Provinz Sachsen, wo der Mantel aus 5 mm starken Platten bis 9,5 m Höhe zusammengenietet wurde<sup>2)</sup>. Es soll damit das Hängenbleiben im Schwimmsande besser als mit Holzverschalung vermieden werden.

**129. Anbringen der Schachthölzer.** — Um die Schachthölzer im Inneren des Schachtes anbringen zu können, mauert man Kränze aus Eichenholz mit ein, welche in Erfurt<sup>3)</sup> aus drei Lagen von 157 mm Breite und 52 mm Dicke bestanden. Geschieht das Senken mit Wasserhaltung und ist man sicher, damit durchzukommen, so kann man die Zimmerung auch gleich mit einmauern.

**130. Abteufpumpen.** — Wird mit Wasserhaltung abgeteuft, so bedient man sich möglichst leichter Pumpen, indem man bei größeren Teufen Steigeröhren aus Zinkblech u. s. w. wählt. Die Pumpen hängen frei im Schachte und werden durch eine seitwärts am Schachte stehende Maschine mittels Feldgestängen und Kunstkreuzen bewegt.

1) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 788.

2) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 97—98.

3) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 789.

131. **Gemauerter Senkschacht auf dem Bernsteinbergwerke bei Nortyken<sup>1)</sup>.** — Nachdem sich die auf S. 624 erwähnten eisernen Senkschächte bei Nortyken als zu eng erwiesen hatten, um die für den großen Wasserzufluß notwendig gewordenen Pumpen einbauen zu können, wurde das Absenken eines Mauerschachtes von 5 m lichter Weite beschlossen und die zu erreichende Teufe desselben auf 49,50 m festgestellt.

Die Herstellung der Schachtmauer geschah in üblicher Weise, nur daß die horizontale Verbindung der durchgehenden vertikalen Anker durch Holzkränze stattfand, um dem Schachte in sich eine größere Federung zu geben.

Das Senken ging sehr langsam und stockte fast ganz, als die Teufe von 27 m erreicht war.

Durch die bis dahin angewendeten Instrumente wurde nur der mittlere Teil der im Schachte befindlichen festgelagerten Sande gefördert, während der Teil des Gebirges, welcher unter der schiefen Fläche und der unteren scharfen Kante des Schuhs anstand, unberührt blieb und eine feste Sohle für die Senkmauer bildete, die das Gehen derselben hinderte. Nur durch ein allmähliches Abschlämmen des stehen gebliebenen Gebirges nach dem 3 bis 5 m tiefen Vorgesümpfe wurde der Schuh frei, was dann ein langsames Senken der Schachtmauer bewirkte. Trotzdem wurde der Schacht im Dezember 1878 ohne jeden Unfall vollendet.

Das glückliche Niederbringen desselben ist hauptsächlich durch zwei Instrumente ermöglicht worden, die das Weitergehen des, wie bereits erwähnt, fast schon zum Stillstande gekommenen Schachtes bewirkten. Das eine, der »Aufreißer«, diente dazu, den Boden, der häufig recht fest war, zu lockern, um dann mit dem Ventilbohrer (Löffel) arbeiten zu können, das andere, der »Zuführer«, um unter dem Schuh noch etwas über den äußeren Schachtdurchmesser hinaus das Erdreich nachschneiden zu können, sodaß die Schneide des Schuhs nach unten ganz freigelegt wurde.

Die Einrichtung beider ist aus den Zeichnungen Fig. 1 und 3 auf Tafel IV ersichtlich. Sie sind aus Holz gefertigt und mit Eisenblech beschlagen. Die eigentlichen Reißer, Fig. 4 Tafel IV, bestehen aus Schmiedeeisen mit verstärkten Schneiden, welche oben in einen runden Bolzen ausgehen. Mit diesem werden sie durch die seitlichen Arme gesteckt und mit einer Schraube fest angezogen.

Bei dem Aufreißer, Fig. 3 Tafel IV, sind diese Arme aus Holz und stehen schräg. Durch diese Stellung erlangt man, daß in der Mitte vorgearbeitet und zugleich das losgerissene Erdreich nach der Mitte zu geschaufelt wird.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 284.

Der Zuführer, Fig. 1 Taf. IV hat bewegliche eiserne Arme, welche sich um die Punkte  $a$  und  $a'$  drehen und durch die Schnur oder Kette  $b$  und  $b'$ , welche, an den oberen Enden der Arme befestigt, unter den Rollen  $c$  und  $c'$  fort nach oben gehen, aus der auf der Zeichnung dargestellten hängenden Lage des rechten Armes in die schwebende des linken gebracht und in dieser gehalten werden können.

Da die Instrumente drehend gehandhabt werden, so galt es, eine gute Führung zu beschaffen. Die gewöhnlich angewendeten genügten nicht und wurde deshalb eine Führung aus hölzernen Zangen verfertigt, welche das Gestänge oberhalb des Instrumentes umfassen, siehe Fig. 2 Tafel IV.

Beide Zangen stehen im rechten Winkel zueinander, und haben an ihren Enden je zwei nach oben bewegliche, mit horizontalen Rollen versehene Arme.

Beim Einlassen des Instrumentes werden diese vier Arme durch Schnüre in die Höhe gezogen, um jedes Anhaken zu vermeiden. Bei der Arbeit werden sie niedergelassen und geben dem Instrumente durch die vier Rollen eine durchaus sichere Führung. Übrigens wurden später, bei größerer Länge des Gestänges, zwei derartige Führungen angebracht.

Bei Anwendung dieser Methode wurden mit 16 Mann in 14 zwölfstündigen Schichten 1,250 bis 1,310 m gesenkt, im Monat März 1878 sogar 4,790 m.

Eine genügende Belastung im gegebenen Falle erwies sich als höchst notwendig.

Nach den hier mitgeteilten Resultaten ist die Anwendung dieser Instrumente beim Abteufen unter Wasser und bei stehendem Gebirge, wie Lehm, Ton, Letten, dem Gelingen der Arbeit sehr förderlich.

**132. Wandstärke und Kosten.** — Die Stärke der Mauer beträgt bei Teufen bis 15 m und einem Durchmesser von 8 bis 9 m gewöhnlich 67,5 cm ( $2\frac{1}{2}$  Steine). Auf Zeche Rheinpreußen hatte die erste Mauer, welche bei 23 Teufe stehen bleiben mußte, eine Stärke von 1,54 m bei einem Durchmesser von 7,8 m, die zweite, mit welcher man bis zu 77 m Teufe kam, eine Stärke von 1,73 m bei 4,7 m innerer Weite.

Bei einer Mächtigkeit des Deckgebirges von nicht mehr als etwa 15 m, wobei lediglich Senkmauerung in Frage kommt, beträgt die monatliche Leistung unter günstigen Verhältnissen nach Erfahrungen in Westfalen<sup>1)</sup> im Durchschnitt etwa 12 m. Sobald jedoch Schwierigkeiten eintreten, geht die Leistung auf wenige Meter herunter. Besonders gering sind die Leistungen, sobald das Abteufen in toten Wassern erfolgen muss; sie schwanken in solchen Fällen bei 13 westfälischen Schächten zwischen 0,51 und 5 m. Auch ist es Tatsache, dass die Leistungen mit der Teufe abnehmen, während allerdings ein allmähliches Steigen der Leistungen im Laufe der Zeit stattgefunden hat, was seinen Grund in der fortschreitenden

1) Glückauf. Essen 1901, S. 784.

Verbesserung des Verfahrens hat. Läßt man diejenigen Schächte in Rheinland-Westfalen, bei denen besondere Schwierigkeiten vorlagen, außer acht, so stellt sich die Durchschnittsleistung auf monatlich 2,33 m.

Die Kosten für 1 m betragen bei mäßigem Wasserzufluß und einem Durchmesser der Senkmauer von 4,5 bis 7 m zwischen 945 und 2227  $\mathcal{M}$ , oder im Durchschnitt 1615  $\mathcal{M}$ .

#### b. Gußeiserne Senkschächte.

**133. Allgemeines.** — Die gußeisernen Senkschächte werden entweder aus einzelnen Tubblings oder aus geschlossenen Zylindern, und zwar in beiden Fällen durch Verschrauben der einzelnen Teile zusammengesetzt. Das Dichten der Fugen geschieht mit Weidenbrettchen, Eisenkitt, Bleiblech, geteertem und mit Mennigekitt getränktem Hanf u. s. w. Bleiblech wird am meisten, und zwar in Streifen von 2 bis 3 mm Dicke angewendet, während die Schrauben, welche ebenfalls an Kopf und Mutter, und zwar an den Anlageflächen bearbeitet sind, durch Ringe aus Blei, jede für sich, abgedichtet werden. Die Abdichtung mit Blei ist jedoch nur dann nötig, wenn ein absolut dichter Wasserabschluß erzielt werden soll. Da nämlich die Flächen haarscharf aufeinander passen, genügt in vielen Fällen eine einfache Mennigedichtung.

Die Außenfläche muß des Sinkens wegen glatt sein, weshalb sich die Flantschen immer im Innern des Schachtes befinden.

Im allgemeinen sinken gußeiserne Zylinder besser ein als gemauerte, schon deshalb, weil der Ringquerschnitt bei jenen nur 2,7 qm, bei diesen 14,7 qm, also  $5\frac{1}{2}$  mal größer ist. Das Gewicht ist allerdings bei der Senkmauer größer — nämlich bei 30 m Tiefe 650 000 kg gegen 158 000 kg —, aber das Gewicht läßt sich bei gußeisernen Zylindern durch Belastung oder durch Anwendung hydraulischer oder Schraubenpressen wenigstens um 500 000 kg vergrößern, sodaß der Gewichtsvorteil der gemauerten Zylinder ausgeglichen wird. Sieht man aber auch von der Belastung ab, so stellt sich der Druck für 1 qm Ringfläche beim gußeisernen Zylinder

auf  $\frac{158000}{2,7} = 58500$  kg, dagegen beim gemauerten nur auf  $\frac{650000}{14,7} =$

44 220 kg. Dies Gewicht läßt sich durch Belastung oder Pressen noch auf  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Millionen kg steigern, während die Mauerung ohne Gefahr des Zerdrückens im unteren Teile eine weitere Belastung nicht gut erträgt.

Das Pressen erfolgt neuerdings nach einem von Simon in Pömmelte bei Magdeburg vorgeschlagenen, von Haniel & Lueg in Grafenberg ausgeführten Verfahren in der Weise, daß man zunächst so tief wie möglich eine Senkmauer einbringt und einige Meter unter der Oberkante der Mauer einen in den Schacht hineinragenden Druckring *R* (Fig. 547)<sup>1)</sup> mit den

1) Vortrag von Riemer zum VIII. Bergmannstage in Dortmund 1901.

durch die Senkmauer hindurchgehenden Ankerschrauben befestigt. Gegen diesen Druckring stemmen sich die auf dem gußeisernen Senkschachte stehenden Pressen, welche des gleichmäßigen Druckes wegen am besten hydraulische, mit einem Akkumulator in Verbindung stehende sind.

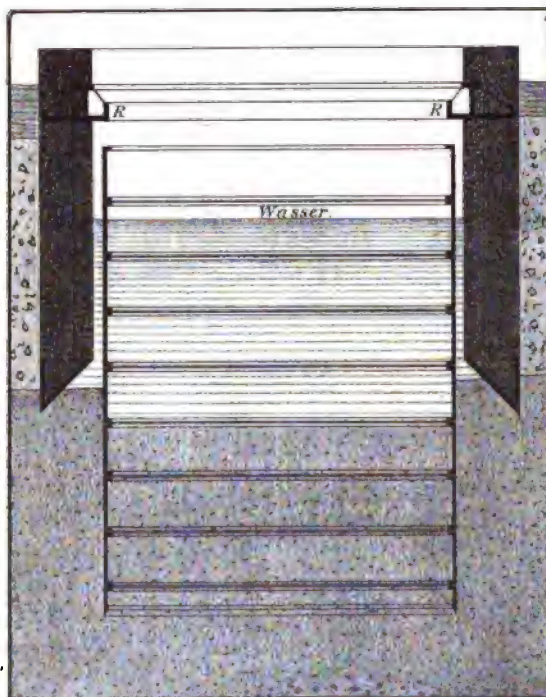


Fig. 547. Senkschacht mit Preßring.

Daß indes auch gußeiserne Senkschächte brechen können, beweist der Zusammenbruch des Schachtes Hugo bei Holten<sup>1)</sup>. Die Tubblings waren stark genug, um den auf ihnen lastenden Druck von 18 bis 20 Atm. auszuhalten, wenn derselbe ein gleichmäßiger gewesen wäre.

Nach einer von Riemer in einem Vortrage auf dem Dortmunder Bergmannstage von 1901 geäußerten Ansicht sind derartige Unfälle dadurch zu erklären, daß sich hinter der Cuvelage, etwa durch Unterschneiden des Senkschuhes, wenn die Cuvelage nicht sinken will, Hohlräume bilden, und daß schließlich das Dach des Hohl-

raumes plötzlich hereinbricht. Eine Bewegung des Gebirges hinter der Cuvelage in den mit Wasser gefüllten Schacht hinein ist deshalb möglich, weil das wasserhaltige Gebirge ein spez. Gewicht von etwa 2 hat, sodaß der äußere Druck, abgesehen von der Reibung im Gebirge, doppelt so groß wäre, wie der Gegendruck von innen.

Einer solchen Beschädigung der Cuvelage durch Massenstöße bei Durchbrüchen kann man nach Riemer nur durch Vermehrung der Widerstandsfähigkeit der Senkschächte begegnen. Um diese zu erreichen hat die Firma Haniel & Lueg auf Anregung des Direktors Pattberg bei den Schächten IV und V der Zeche Rheinpreußen eine Senkschachtsanordnung aus Stein und Eisen oder Beton, den sogenannten Compoundschacht,

1) Selbach in Preuß. Zeitschr. 1899, Bd. 47, Heft 2, S. 78.

angewendet. Das Wesentliche bei dieser Neuerung ist die Einschaltung von breiten, steifen Verstärkungsringen zwischen die gewöhnlichen Tubbinge, welche bestimmt sind, den Schacht gegen Verdrückung der Kreisform durch ihr hohes Widerstandsmoment zu schützen. Im unteren Teile des Schachtes, wo die Gefahr am größten ist, werden diese Ringe etwa alle 3 m, oben alle  $4\frac{1}{2}$ , 6 oder 9 m eingeschaltet. Diese breiten, im Schachtinnern stark gegen die gewöhnlichen Flantschen vorspringenden Ringe geben natürlich eine außerordentliche Versteifung, dazu kommt noch, daß die Zwischenräume zwischen diesen Ringen, welche unter sich wieder durch Ankerschrauben verbunden sind, durch gutes Mauerwerk oder Beton ausgefüllt werden, sodaß der Schacht innen wieder glatt wird.

Die Wandung der Schächte ist natürlich dicker als beim Eisenschacht und hält etwa die Mitte zwischen diesem und dem Mauersenschacht, was bei großen Teufen mit Rücksicht auf die Notwendigkeit mehrfachen Absetzens nachteilig ist, indes voraussichtlich dadurch ausgeglichen werden wird, daß diese schweren Schächte tiefer gehen als die gewöhnlichen Senkschächte.

In dem zum Niederbringen benutzten Akkumulator kann durch aufgelegte Gewichte ein Druck bis zu 500 Atm. erzeugt werden. Der Preis desselben betrug auf Gutehoffnungshütte 9000  $\mathcal{M}$ , dazu eine Kupferrohrleitung 7000  $\mathcal{M}$  und eine Weise & Monski-Pumpe 2300  $\mathcal{M}$ . Eine hydraulische Presse, von denen 20 angewendet wurden, kostete auf Gutehoffnungshütte bei Sterkrade 800  $\mathcal{M}$ . Sie wurden auf Schacht Hugo unter dem Druckringe verschraubt. In festeren Tonschichten mußte der Druck bis 2000000 kg gesteigert werden.

**134. Beispiele von Senkschächten.** — Auch die eisernen Senkschächte haben an ihrem unteren Ende einen Schuh (Fig. 548), der aus gußeisernen Segmenten zusammengesetzt ist. Als älteres Beispiel für das Niederbringen eines eisernen Senkschachtes ist das auf Schacht I der Zeche Deutscher Kaiser eingeschlagene Verfahren hervorzuheben<sup>1)</sup>. Man brachte zur Führung des Senkschachtes erst eine Senkmauer von 14 m Teufe ein und baute bei 6 m Teufe, nachdem man den Schacht (wegen eines Wasserdurchbruches auf der vorher mit Beton vergossenen Sohle) bis dahin wieder mit Sand hatte füllen müssen, den zweiten Senkschuh von 0,942 m Höhe und einem Durchmesser von 4,97 m ein.

Nachdem der Schuh nach Lot und Wage gerichtet war, setzte man die Tubblings auf, welche mit dem Schuh gleichen Durchmesser und gleiche Höhe, dabei eine Wandstärke von 32 mm und nach innen drei Verstärkungsrippen hatten.



Fig. 548.  
Eiserner Senkschuh.

1) Rive in Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 67.

Bei 40 m Teufe, bis wohin man unter mancherlei Schwierigkeiten gekommen war (u. a. war der Schuh gebrochen und mußte durch Taucher ausgebessert werden, nachdem man die schadhaften Segmente durch Zersprengen mit 60 g Dynamit und Ausbauen mit der Hand beseitigt hatte), mußte man einen dritten Senkschacht beginnen.

Derselbe erhielt einen Durchmesser von 4,08 m und einen, aus einem geschlossenen Ringe bestehenden Schuh von 0,38 m Höhe und 0,06 m Stärke, über welchen noch ein schmiedeeiserner Ring derart gezogen war, daß beide Schneiden zusammen ausliefen (Fig. 549).

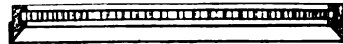


Fig. 549. Eiserner Senkschuh auf Zeche Deutscher Kaiser.

Auf diesen Schuh setzte man zunächst vier gleichfalls geschlossene Ringe von 0,628 m Höhe und 45 mm Wandstärke, deren Fugen mit Weidenbrettchen gedichtet und nach dem Zusammenschrauben pikotiert wurden.

Dann folgten Tubbingsringe aus 10 Segmenten von 0,942 m Höhe und 45 mm Wandstärke mit drei Verstärkungsrippen und Konsolen an den Flantschen.

Dieser dritte Senkschacht drang, bis zu einer Tiefe von 75,58 m vor, wobei u. a. acht Preßhebel angelegt werden mußten, von denen jeder einen Druck von 30000 kg auf den Schacht ausübte. Die durchschnittliche Leistung im Monat betrug 3,77 m.

Ist man überhaupt zum Einbringen eines engeren Senkzylinders genötigt, so ist es ratsam, den ersten teilweise wieder mit Sand zu füllen. Pumpt man ihn leer, um den Senkschuh des zweiten Zylinders auf die Sohle zu setzen, so liegt die Gefahr nahe, daß die Cuvelage durchbricht, weil der Gegendruck im Schachte fehlt. Ist ein folgender Senkzylinder bis auf einige Meter innerhalb des vorhergehenden eingesenkt, so dichtet man demnächst den Zwischenraum mit Holzklötzen und Pikotieren, setzt dann auch wohl auf den inneren Zylinder noch einige Ringe und hintergießt mit Beton.

Das Sinken der gußeisernen Senkschächte muß stets mit den oben erwähnten Hilfsmitteln gefördert werden.

Als neuere Beispiele sind die schon genannten Schächte IV und V der Zeche Rheinpreußen bei Homberg a. Rh. hervorzuheben<sup>1)</sup>, welche bis zum Steinkohlengebirge 160 m abzuteufen waren. Sie wurden beide mit Senkmauern von 8,9 m lichter Weite angefangen, mit denen man bis 25 m kam. In den Senkmauern hat man nach Erhärten der eingebrachten Betonsohle Fundamentringe für die Verankerung der Druckringe angebracht und dann über diesen die Senkmauer durch Vormauern auf 7,8 m verengt.

1) Glückauf. Essen 1902. S. 555.

um die Führungsanker und Druckringe anbringen zu können. Diese Verankerung wurde so stark ausgeführt, daß man mit 3000 t drücken konnte. Die innerhalb der Mauer angebrachten Compoundschächte haben 6,5 m Lichtweite und sind mit sehr starken Schuhen versehen.

Zum Lösen des Gebirges und um das senkrechte Niedergehen des Schachtes noch vollkommener zu erreichen, als es beim hydraulischen Einpressen unter Benutzung einer sicheren Führung durch massive Führungsanker geschieht, bediente sich Pattberg der in den Fig. 141, 142 dargestellten Schlagbohrereinrichtung, welche so eingerichtet wurde, daß man durch das hohle Bohrgestänge Druckwasser einführte. Dieses strömt an den Schneiden des Bohrers aus und wirbelt das beim Stoßen gelöste Gebirge auf. An dem tiefsten Punkte der kegelförmigen Schachtsohle nehmen zwei Druckluftpumpen, welche am Bohrgestänge befestigt sind, die Trübe auf und befördern sie zu Tage.

Diese Pumpen sind sog. Mammuthpumpen, welche auch Honigmann bei seinem Verfahren des Schachtabteufens angewendet hat. Sie bestehen aus unten und oben offenen Röhren ohne Ventile, in welche Druckluft unter dem Wasserspiegel eingeführt wird, um in den Röhren ein spezifisch leichtes Gemisch von Luft und Wasser und damit einen beständigen Auftrieb zu erzeugen.

Die Erwartungen, welche man an das stoßende Bohren mit kurzen Hieben von 200 bis 300 mm Höhe und einer Anzahl von 60 in der Minute unter gleichzeitiger Anwendung von Druckwasser und Druckluftpumpen gestellt hatte, haben sich in vollem Maße erfüllt.

Was die Leistung beim Abbohren der gußeisernen Senkschächte betrifft, so gilt dafür das auf S. 618 Gesagte. Die Kosten werden von Hoffmann<sup>1)</sup> im Durchschnitt für Teufen von 25 bis 300 m in folgender Weise angenommen:

Teufe		Kosten pro lfd. m
von m	bis m	
25	50	3500
50	100	8000
100	150	11000
150	200	14000
200	250	17000
250	300	20000

Für den Schacht Sterkrade werden die Kosten für eine Senkmauer von 7,50 m lichtem Durchmesser bis 18 m Teufe, ferner für drei

1, Glückauf. Essen 1901, S. 787.



Senkzylinder von 6,72, 5,90, 5,10 m l. Durchmesser bei Teufen von bezw. 80,4 bis 132 und 136,5 m auf 1247532  $\mathcal{M}$ , d. i. pro lfd. m auf 10887  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

### c. Senkschächte aus Eisenblech.

135. **Allgemeines.** — Eisenblech wurde bei der Senkarbeit auf Zeche Rheinpreußen aushilfsweise zur Verstärkung des gußeisernen Senkschachtes angewendet. Ganze Senkschächte hat man bisher nur in einzelnen Fällen aus Eisenblech gemacht, so bei vier Schächten zu Chalonnès im Département Maine et Loire<sup>1)</sup>, zu Strepy-Braqueynis im Bassin du Centre, und bei Nortyken im Samlande (Ostpreußen)<sup>2)</sup>.

136. **Durchmesser und Gewicht der Zylinder.** — In allen Fällen hatten die Schächte nur geringe Durchmesser von 1,33 m bis höchstens 2 m, dabei in Nortyken eine Teufe von 45 m (bei 1,41 m Weite). Die Zylinder bestanden hier aus Ringen von bestem Eisenblech, 1,250 m Höhe und 20 mm Wandstärke. In der Längsrichtung ist jeder Zylinder im Innern durch drei Schienen von 20 mm Stärke, 0,295 m Breite und 0,94 m Länge verstärkt.

Die Verbindung untereinander geschieht durch inwendig angebrachte Muffenringe und vier Reihen versenkter und verstemmter Nieten.

Am untersten Ringe, welcher doppelte Wandung hat, ist der Schuh angenietet.

Das Durchschnittsgewicht eines Ringes betrug in Nortyken:

bei Schacht I . . . . .	1114 kg,
- - II . . . . .	1164 - ,

dagegen dasjenige des untersten (Doppel)-Zylinders

bei Schacht I . . . . .	2995 kg,
- - II . . . . .	3010 - .

Das Gesamtgewicht des Senkschachtes

bei Schacht I . . . . .	44000 kg,
- - II . . . . .	45600 - .

137. **Einpressen des Ausbaues.** — Auch in Nortyken begann die Arbeit mit dem Abteufen eines mit Holz ausgebauten Vorschachtes bis zum Wasserspiegel. Auf der Sohle des Vorschachtes wurde der Preßrost eingebaut, für dessen Belastung 200000 kg Gußeisen zur Stelle geschafft waren.

1) Serlo a. a. O. 1884. I, S. 804. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1862, S. 17.

2) Kühn in Preuß. Zeitschr. 1874, Bd. 22, S. 139. — The Mining Journal. London, Vol. 45, S. 1295. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 20, S. 574.

Durch den Preßrost wurden vier Stangen gehalten, welche an ihren oberen Enden 1,25 m lange Schraubenspindeln hatten und durch einen Preßklotz gingen, auf welchem sich die Preßschraubenmuttern befanden und welcher auf dem Senkzylinder ruhte.

Nach dem Niederpressen eines Ringes ist die Schraube abgearbeitet, die Schraubenmutter und der Preßklotz werden alsdann hochgebracht und nach dem Aufnieten eines neuen Ringes wieder in Tätigkeit gesetzt.

**138. Bohrarbeit.** — Die Bohrarbeit erfolgte in Nortyken<sup>1)</sup> in einfacher Weise meistens durch Bohrlöffel von 0,935 m Durchmesser. Außerdem wendete man die Schappe an und hielt für feste Partien einen von Zobel hergestellten Bohrer, ähnlich dem kleinen von Kind-Chaudron, bereit.

Alle Verrichtungen geschahen mit Menschenkraft<sup>2)</sup>.

#### d. Anwendung von Preßluft beim Abteufen der Senkschächte.

**139. Luftschleuse.** — In den vorhergehenden Beschreibungen ist bereits erwähnt, daß man das Innere der Senkschächte mit Wasser oder Sand zu füllen habe, um den Druck auf die äußere Wandung durch einen Gegendruck aufzuheben.

Sobald jedoch aus irgend welchen Gründen im Schachte mit Handarbeit vorgegangen werden muß, ist dieses Mittel nur mit Hilfe von Tauchern anwendbar. Man hat deshalb den Gegendruck auch durch Preßluft hergestellt, welche gleichzeitig den Vorteil bietet, daß sich die Arbeiter im Schachte aufhalten können.

Die Preßluft, zuerst 1839 in Chalonnès von Triger angewendet, ist ein einfaches Mittel geworden, um Ausbesserungen innerhalb der Senkschächte vorzunehmen, wie auf der Grube Maria bei Aachen<sup>3)</sup>, oder um im schwimmenden Gebirge abzuteufen, wie auf der Grube Concordia bei Zabrze (Oberschlesien)<sup>4)</sup>, oder endlich, um den Fuß der Senkschächte wasserdicht abzuschließen.

Das Verfahren besteht darin, daß unterhalb eines im Schachte angebrachten luftdichten Abschlusses, der Luftschleuse (sac-à-air), die Luft verdichtet wird.

1) Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27, S. 284.

2) Über Senkschächte von Holz in Faßform: Preuß. Zeitschr. 1856, S. 247. Jochartig: Ponson a. a. O. t. I, S. 496. Verfahren von Guibal: Serlo a. a. O. 1884. IV, S. 811. — Dr. C. Hartmann, Fortschritte der Bergbaukunst im Jahre 1859. Leipzig 1859, S. 87. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1859, S. 227; 1861, S. 443. — Allg. B.- u. H.-Ztg. Quedlinburg 1859, S. 141. — Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885, S. 170.

3) Preuß. Zeitschr. 1857, Bd. 4, S. 255; 1860, Bd. 8, S. 152.

4) Ebenda 1855, Bd. 2, S. 296.

Die Luftschleuse besteht aus zwei Deckeln *A* und *B* (Fig. 550), am besten aus Eisenblech, welches noch durch eiserne Rippen verstärkt ist, und hängt entweder an Seilen oder ist im Schachte fest verlagert. In jedem Deckel befindet sich ein Fahrloch mit einer nach unten schlagenden Klappe.

Ein durchgehendes Rohr *a* führt die Preßluft in den Schacht. Dasselbe ist innerhalb der Schleuse mit einem Hahn, sowie mit Manometer und einem Sicherheitsventil versehen.

Ein zweites Rohr *b* mit Hahn befindet sich im oberen Deckel und dient zum Ablassen der Luft aus der Schleuse, nachdem die Klappe des unteren Deckels geschlossen ist.

Endlich geht ein auf der Schachtsohle stehendes Wasserrohr *c* durch die Schleuse hindurch. Damit das Wasser in demselben höher zu steigen vermag, als es der Druckhöhe entspricht, sorgt man durch unten angebrachte Löcher dafür, daß das eintretende Wasser sich mit Luft mischen kann.

Beim Einfahren der Arbeiter befindet sich in der Luftschleuse natürlicher Druck von 1 Atmosphäre. Nachdem der obere

Deckel geschlossen ist, läßt man allmählich Preßluft eintreten, bis die Spannung in der Schleuse und unter derselben die gleiche ist.

Sodann öffnet man den Deckel des unteren Bodens und beginnt die Arbeit, indem das gewonnene Gebirge mittels eines in der Schleuse stehenden Haspels gefördert und in derselben aufgestürzt wird, bis es am Ende der Schicht nach Verschließen der unteren Klappe zu Tage geschafft werden kann.

Vor dem Ausfahren der Arbeiter müssen für die Verminderung des Luftdrucks ungefähr 12 Minuten für die Atmosphäre aufgewendet werden.

Sowohl beim Abteufen des Schachtes Sterkrade bei Oberhausen im Jahre 1897, als auch bei demjenigen des Wetterschachtes der Grube Eschweiler Reserve im Jahre 1901 wurde die in Fig. 551 dargestellte Luftschleuse in Anwendung gebracht. Im ersten Falle wurde in einer Entfernung von 2,2 m über dem Senkschuh des gemauerten Senkschachtes ein eiserner, mit dem Mauerwerk fest verbundener Schachtdeckel angebracht, durch den ein Röhrensatz von 900 mm äußerem Durchmesser ging. Auf diesem war oben die Schleusenvorrichtung angebracht, die noch eine Vorschleuse und den Haspelraum enthielt. Unter der Schleuse befand sich auf jeder Seite des Röhrensatzes eine Förderhose, durch die

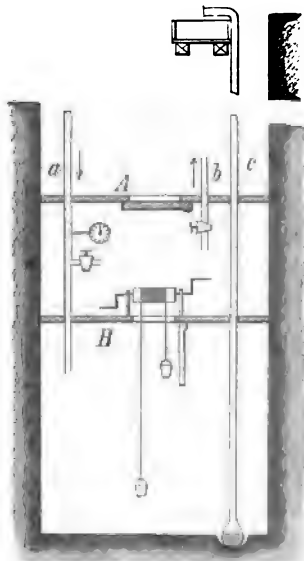


Fig. 550. Luftschleuse.

das Fördergut auf die unterhalb der Förderhosen angebrachte Bühne gestürzt wurde. Führung und Förderung erfolgte durch den Röhrensatz, und zwar wurde die Förderung durch einen elektrisch angetriebenen Haspel bewirkt. Das Senken des Mauerschachtes ging in der Weise vor

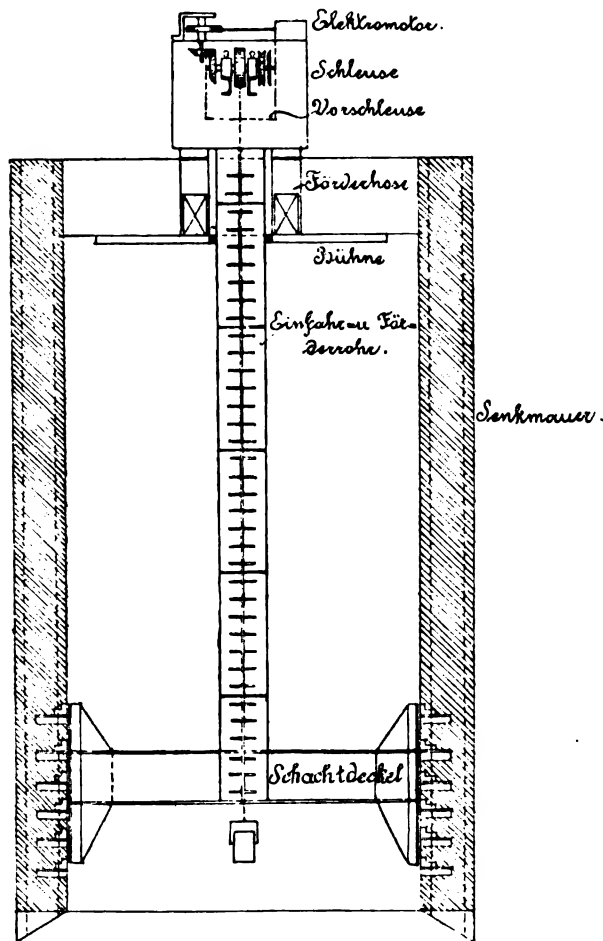


Fig. 551. Luftschleuse.

sich, daß zunächst Preßluft von einem der umgebenden Wassersäule gleichen Druck unter den Schachtdeckel geleitet und das unter dem Senkschuh anstehende Gebirge entfernt wurde. Sodann wurde nach Ausfahren der Mannschaft die Luft abgelassen, worauf der Schacht

langsam sank. Hierdurch wurde der Gefahr des Reißens wirksam vorgebeugt<sup>1)</sup>.

In Eschweiler Reserve<sup>2)</sup> war die Einrichtung ähnlich, nur wurde mit Druckluft gefördert.

**140. Die Einwirkung der Preßluft auf den menschlichen Organismus<sup>3)</sup>**  
äußert sich hauptsächlich durch gesteigerte Lungentätigkeit, Ohrensausen (was man übrigens auch schon bei schnellem Einfahren mit dem Fördergestelle bemerken kann), ferner durch Schmerzen im Kopfe und in den Gelenken, welche durch Einreiben mit Spiritus zu beseitigen sind, sowie durch vorübergehende Lähmung der Arme und Beine.

Die Zeitdauer, in welcher die Arbeiter sich in Preßluft aufhalten können, schwankt je nach der mehr oder weniger kräftigen Konstitution zwischen sechs und zwei Stunden.

Nach der Schicht sollen die Arbeiter sich warm kleiden, zumal sie in der warmen Preßluft stark geschwitzt haben und durch das Ablassen der Spannung ohnehin eine Abkühlung eintritt. Außerdem müssen sie, entsprechend der lebhaften Verdauung in der sauerstoffreichen Preßluft, reichlich und kräftig essen.

Immerhin ist die Arbeit in Preßluft nicht ungefährlich und muß unter Anwendung großer Vorsichtsmaßregeln betrieben werden. Über 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Atmosphären, entsprechend einer Wassersäule von 25 m, sollte man nicht hinausgehen<sup>4)</sup>. Auf der Steinkohlengrube Maria bei Höngen dauerte das Einschleusen der Arbeiter bei 2 Atmosphären Überdruck 25 Minuten, bei 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Atmosphären 30 Minuten und bei der dort vorübergehend angewendeten Maximalspannung von 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Atmosphären 35 Minuten. Von den 53 Arbeitern erkrankten 27 vorübergehend auf 1 bis 2 Tage an Schwindel, Rheumatismus u. s. w.<sup>5)</sup>.

#### e. Abschluß des Fußes der Senkschächte<sup>6)</sup>.

**141. Abschluß ohne besondere Vorkehrungen.** — Ebenso wie bei den Bohrschächten, hängt das Gelingen der Senkarbeit wesentlich davon ab, ob man einen wasserdichten Abschluß auf der Schachtohle herstellen kann.

1) Glückauf, 1898, Nr. 10.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1902. S. 377.

3) Berggeist 1871, S. 113. — Dingers polyt. Journal, Bd. 203, S. 502; Bd. 206, S. 509. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1873, S. 74. — Friedberg, in den Verh. für Beförderung des Gewerbes in Preußen. Berlin 1873, S. 100. — Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 213. — Demanet a. a. O. S. 160. — Ern. W. Moir in Eng. a. Min. Journ. Bd. 52, S. 73. — W. L. Saunders, ebenda Bd. 52, S. 109.

4) Ch. Demanet a. a. O. S. 161.

5) Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35.

6) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 207.

Ist das feste Gebirge, in welchem die Senkarbeit aufhören soll, flach gelagert, vielleicht gar mit einer Schicht von Ton oder mildem Schiefer bedeckt, dann gelingt der Abschluß leicht, besonders wenn man, wie auf Zeche Deutscher Kaiser, den Senkschacht 2 m hoch mit aller Wucht frei niederfallen läßt, was aber nur bei eisernen Senkschächten ratsam erscheint.

**142. Abschluß bei fester, unebener Sohle.** — Läßt sich der Abschluß auf die vorhin beschriebene Weise nicht erreichen, so muß man, um das Einsinken des Senkschuhes in die festeren Gesteinsschichten zu ermöglichen, diese unter dem Senkschuh mit Handarbeit beseitigen, was bei Senkarbeit mit Wasserhaltung keine Schwierigkeiten hat und auch mit Hilfe der Luftschleuse ausgeführt werden kann.

Bei großen Teufen und starken Wasserzuflüssen kann das Abdichten auch in toten Wassern geschehen, indem man durch stoßendes Bohren 1 m tief mit geringerem Durchmesser im festen Gebirge niedergeht, die Sohle mit einer dicken Lage von hydraulischem Mörtel bedeckt, in diese sodann einen Zylinder von Eisenblech einsenkt, welcher in den Senkschacht hineinragen muß, und schließlich den dadurch gebildeten ringförmigen Raum gleichfalls mit hydraulischem Mörtel vergießt.

Nach Erhärtung des Mörtels sumpft man das Wasser, entfernt den Mörtel im Inneren des Zylinders und teuft zunächst mit Schlägel und Eisen weiter ab, worauf man sich durch Auf- oder Unterbauen des Zylinders noch mehr schützen kann.

**143. Weitere Sicherung des Fußes.** — Übrigens darf man den eben beschriebenen Abschluß nur als vorläufigen betrachten und muß ihn möglichst bald weiter sichern, was zunächst durch Cuvelage, sodann dadurch geschieht, daß man die im darunter liegenden festen Mergel eingebaute wasserdichte Mauer als Futtermauer durch den Senkschacht hindurchgehen läßt.

Bei eisernen Senkschächten läßt sich der Fuß auf ähnliche Weise sichern, indem man auf die nächste feste Schicht einen oder mehrere Keilkränze setzt und mit Tubbing bis in den Senkschacht hineingeht. Die Dichtung nach oben erfolgt dabei auf die 111. erwähnte Weise durch Vergießen mit hydraulischem Mörtel oder durch Picotage.

Muß eine Verengung des Schachtes vermieden werden, so verfährt man, wie in Chalonnès, indem eine hölzerne Cuvelage untergebaut und im Anschlußkranze eine Rinne eingearbeitet wird, in welche die Schneide des Senkschuhes paßt<sup>1)</sup>, oder wie auf Zeche Anna bei Aachen<sup>2)</sup>, wo man ca. 4 m



Fig. 552.  
Abschluß eines eisernen  
Senkschachtes auf Zeche  
Anna bei Aachen.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Freiberg 1861, S. 17.

2) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 19.

unter dem Senkschuh Keilkränze legte, darauf eine 94 cm starke Mauer stellte, welche gegen den Senkschuh mit mehreren Bohlenlagen abschloß und hinter demselben noch 31 cm hoch aufgeführt wurde (Fig. 552).

### B. Besondere Methoden des Abteufens im Schwimmsande<sup>1)</sup>.

144. **Gefrierverfahren von Poetsch<sup>2)</sup>.** — Das dem Berg- und Hütteningenieur Poetsch in Magdeburg patentierte Verfahren, Schächte im schwimmenden oder festen wasserreichen Gebirge abzuteufen, besteht darin, daß man das Wasser zu einem massiven Körper gefrieren läßt und in demselben den Schacht abteuft.

Zunächst stellt man bis auf den Wasserspiegel einen Vorschacht her und bringt nahe an dem Stöße desselben eine Anzahl verrohrter Bohrlöcher von etwa 30 cm Weite bis in das Liegende des Schwimmsandes nieder. Das Gefrieren im Inneren des Schachtes soll nach neueren Erfahrungen vermieden werden, um das Abteufen zu erleichtern. Sobald man sich durch Einführen von Thermometern in 2 m lange, mit Chlorcalciumlösung gefüllte Röhren überzeugt hat, daß die Eiswand rings um den Schacht herum geschlossen ist, soll das Abteufen sofort beginnen, und die Cuvelierung in großen Absätzen von 30 bis 40 m hergestellt werden. Bei der Hinterfüllung mit Beton soll dieser aber nicht mit Wasser, sondern mit einer 10prozentigen Lösung von calc. Soda gemischt werden, weil jener sonst unter der Einwirkung des Gefrierprozesses frieren würde, ohne zu binden. Bei Vorhandensein zweier Maschinen, welche sich gegenseitig als Reserve dienen, könnte das Ausfrieren ohne Gefahr der Unterbrechung, daher am vollkommensten dicht hergestellt werden.

Die geradlinige Entfernung der genau senkrecht niederzubringenden Bohrlöcher ist um so geringer zu nehmen, je größer die Tiefe ist, bis 100 m gleich 1,2 m, für 100 bis 200 m nicht über 1 m<sup>3)</sup>.

1) Verfahren zum Abteufen von Schächten in schwimmendem Gebirge; von P. Peister. D. R. P. (5) Nr. 54482. — Berg- u. H.-Zeitg. 1891, S. 307.

2) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 446; 1885, Bd. 33, S. 219. — Dr. M. Weitz, Die Poetschsche Methode zum Abteufen von Schächten und Ausschachtungen u. s. w. Berlin 1885, bei M. Pasch. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1855, Bd. 29, S. 408; 1886, Bd. 30, S. 745. — Note sur des expériences de congélation des terrains. Par M. Alby, Annales des mines, tome XI (1887), S. 56. — Iron 1887, Vol. 29, Nr. 778, 782 (Belgien). — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1883, S. 380; 1888, S. 414; 1889, S. 392; 1890, S. 77 u. 409. — Österr. Zeitschr. 1889, Nr. 25. — Glückauf 1890, S. 734 (Trockenberg O./S.). — Comptes rend. mens. Soc. de l'ind. min. 1891, S. 152 (Schacht Nr. 10 in Lens). — Berg- u. H. Jahrb. d. k. k. Bergakad. 1889, Nr. 25. (Ausführl. Zusammenst. aller Erfahrungen mit dem Gefrierverfahren von Poetsch.) — Bull. de la soc. de l'ind. min. (III) 2, S. 21 (Houssu in Belgien). — Stahl und Eisen 1889, Nr. 9, S. 846. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. Bd. 33, 1889, S. 1125. — School of mines Quarterly 1890, S. 237 (Iron Mountain, Michigan). — Glückauf. Essen 1892, Nr. 29. — Preuß. Zeitschr. 1896, Bd. 44, S. 59 (Venus-Tiefbau bei Brück). — Th. Tecklenburg, Handb. d. Tiefbohrkunde, Bd. VI, S. 26.

3) Österr. Zeitschr. 1896, S. 122, 123.

Eine über Tage befindliche Eismaschine bringt durch plötzliche Verdunstung von Ammoniak, welches unter einem Drucke von 10 Atm. flüssig gemacht war, eine Lösung von Chlorcalcium oder Chlormagnesium, deren Gefrierpunkt bei  $-40^{\circ}$  bzw.  $-35^{\circ}$  C. liegt, auf eine Temperatur von etwa  $-25^{\circ}$  C.

Zur Abkühlung der Lauge dienen Gefrierbottiche. Sie bestehen aus 3 m hohen zylindrischen Eisenblechgefäßen von 2 m lichtigem Durchmesser, in welchen sich je 4 Kühlschlangen befinden,

Um die Lauge immer in Bewegung zu halten, sind im Inneren der Gefrierbottiche Mischflügel angebracht, welche von einer, außerdem zum Betriebe des Ammoniakkompressors dienenden, Dampfmaschine in Drehung versetzt werden.

Die Kondensatoren bestehen ebenfalls aus 3 m hohen Eisenblechgefäßen von 1,8 m Durchmesser, die im Inneren mit Kühlschlangen und Mischflügel versehen sind. Sie werden mit Wasser gefüllt, welches ununterbrochen aus einem höher liegenden Behälter erneuert wird und zwar so, daß unten frisches Wasser zuströmt und oben das gebrauchte, angewärmte abfließt. Damit wird das komprimierte und erhitzte Ammoniak wieder abgekühlt und verflüssigt, damit es seinen Kreislauf wieder erneuern kann.

Der Kompressor ist eine liegende, doppelt wirkende Gaspumpe mit selbsttätigen Ventilen und dient dazu, das flüssige Ammoniak zu komprimieren und wieder gebrauchsfähig zu machen.

Die abgekühlte Lauge wird durch die Druckpumpe mit einer Leistungsfähigkeit von 70 cbm pro Stunde aus den Gefrierbottichen durch die Gefrierrohren und wieder zurück zu den Gefrierbottichen in stetem Umlauf erhalten.

Ein Entöler reinigt die Ammoniakgase von Öl, welches sie im Kompressor aufgenommen haben.

Die Kühllauge geht durch ein Fallrohr in ein ringförmiges Verteilungsrohr, aus welchem es durch kleine, der Anzahl der Bohrlöcher entsprechende Stutzen in ebensoviele Fallrohre und durch diese bis auf den Grund der Bohrlöcher geführt wird. Beim Aufsteigen aus den oben mit Stopfbüchsenaufsatz versehenen Bohrlöchern gelangt die Lauge wiederum durch kleine Stutzen in ein Sammelrohr und aus diesem in einem Steigrohr zurück nach den Gefrierbottichen.

Die Durchmesser des Verteilungs- und des Sammelrohres werden verschieden genommen, damit man beide in eine Horizontebene — und zwar unbedingt über dem Wasserspiegel — verlagern kann. Auch dürfen sie nicht senkrecht über den Gefrierrohren liegen, damit diese, wenn sie schadhaft werden, am Verteiler und Sammler vorbei herausgezogen werden können.

Die Verbindung mit den oben erwähnten, am Verteilungs- und am Sammelrohr angebrachten Stutzen erfolgt durch Bleirohre. In den Stutzen sind Ventile angebracht, durch deren Schließen einzelne schadhaft



gewordene Gefrierrohre ausgeschaltet und durch neue ersetzt werden können.

Die Inbetriebsetzung der Gefriereinrichtung geschieht folgendermaßen:

Nachdem die Gefrierbottiche und die Gefrierrohre, diese nach Entfernung des Wassers, mit dem sie auf die, der Teufe entsprechenden Anzahl von Atmosphären abgepreßt worden waren, mit Chlormagnesiumlauge und die Kondensatoren mit Wasser von Tagetemperatur gefüllt sind, werden die mit flüssigem Ammoniak gefüllten Flaschen an den, mit einem Anschlußstutzen versehenen Hahn des Kompressors angeschlossen. Nachdem das Wasser auf die Kondensatoren angestellt, die Absperrventile auf der Druckseite des Kompressors in die Leitung nach den Kondensatoren geöffnet sind, wird die Maschine in Betrieb gesetzt. Sodann werden die Absperrventile in der Saugleitung langsam geöffnet und das Ammoniak aus den nacheinander angeschlossenen Flaschen bis zur genügenden Füllung eingepumpt. Endlich wird das Expansions- oder Regulierventil eingestellt und die Antriebmaschine in Gang gesetzt.

Beim Aufsteigen in dem Futterrohre gibt die Lauge ihre Kälte an die Umgebung ab und bringt dieselbe zum Gefrieren, sodaß zunächst von dem Kranze der Bohrlöcher aus eine Eismauer, außerdem aber auch in dem Inneren desselben ein massiver, sich mit jener zu einem Ganzen verbindender Eiskörper entsteht.

Entsprechend der größeren Einwirkung der Kälte am unteren Ende der Bohrlöcher wird die Stärke des Eiskörpers voraussichtlich an der Basis am größten sein, ein Umstand, welcher bei dem Abteufen von Wert ist, weil auch der Wasserdruck mit der Tiefe wächst.

Nach beendetem Gefrierprozeß erfolgt das Abteufen in bereits angedeuteter Weise. Während und bis zur vollständigen Beendigung desselben muß der Gefrierprozeß fortgesetzt werden.

Die gefrorene Masse hatte bei dem ersten Versuche auf Grube Archibald bei Schneidlingen eine solche Härte (nach Poetsch = 4 der Härteskala), daß das Durchbrechen einer etwa fingerdicken Scholle erst mit größerem Kraftauswande geschehen konnte.

Das Verfahren von Poetsch hat beachtenswerte Vorteile. Zunächst eignet sich dasselbe in erster Linie gerade für solchen Schwimmsand, welcher seines hohen Wassergehaltes wegen bei den gewöhnlichen Verfahrungsweisen nur mit großen Schwierigkeiten zu durchteufen ist. Die letzteren sind bei dem Gefrierverfahren mit der Überführung des Wassers in den festen Aggregatzustand vollständig beseitigt, man erspart deshalb nicht allein die Wasserhaltung, sondern hat auch eine ziemlich sichere Bürgschaft für das glückliche Gelingen der Arbeit und ist imstande, die erforderlichen Kosten mit weit größerer Bestimmtheit zu veranschlagen, als es bei den bisher bekannten Methoden möglich ist.

Gobert hat eine Änderung des Verfahrens von Poetsch vorgeschlagen, dahingehend, daß das Ammoniak aus der Preßpumpe direkt in die Gefrier-

röhren geleitet wird und aus diesen allmählich in feinen Strahlen austritt. Das Gas wird der Preßpumpe wieder zugeführt<sup>1)</sup>.

Louis Koch hat sich ein Verfahren patentieren lassen (D. R. P. Nr. 74513<sup>2)</sup>), bei welchem Kohlensäuregas oder Ammoniakgas oder Schwefeldioxydgemisch als Kälte erzeugendes Mittel durch hierzu eigens konstruierte Röhren strömen, wodurch die Kälte dem Schwimmsand unmittelbar mitgeteilt wird.

Das Gefrierverfahren ist von Poetsch vielfach mit Erfolg (Steinkohlengrube Houssu in Belgien 1885—1887, Georgenberg O./S.), in einzelnen Fällen ohne Erfolg angewendet, weil sich Durchbrüche auf der Sohle zeigten.

In Vicq (Nordfrankreich)<sup>3)</sup> haben die Ausgaben für zwei Schächte von 93,3 m Teufe 600 000 fr. (3200 fr. für 1 m) betragen. Man ist dort der Überzeugung, daß eine andere Methode in dem sehr wasserreichen, rolligen Gebirge kein so günstiges Resultat ergeben haben würde.

Louis Gebhard in Nordhausen am Harz hat als Unternehmer für die Gefriermethode Schächte hergestellt: In Draschwitz bei Zeitz, für die Société des mines de Lens, Pas de Calais, Soc. des m. de Dourges à Henin-Littard, Soc. des m. de courrière à Billy-Montigny, Soc. Houillère de Flines-les-Raches, Soc. Houillère de Ligny-les-Aire à Fléchinelle P. d. C. In Ausführung sind begriffen ein Gefrierschacht 115 m tief für die Gewerkschaft Hansa Silberberg in Empelde bei Hannover, sowie zwei Gefrierschächte für die Société »Willem-Sophia« bei Heerlen (Holland).

Für Frankreich hat die Gesellschaft »Entrepise générale de puits, études et travaux de mines« das Recht für die Ausführung der Gefrierschächte erworben.

Außerdem empfiehlt sich in der neuesten Zeit die Firma Unger & Co. in Hannover als Unternehmerin. Sie hofft, durch Verbesserungen in den einzelnen Teilen der ganzen Einrichtung die Garantie für glückliches Gelingen gewähren zu können und hat für tiefe Schächte die Absicht, das Gefrierverfahren in mehreren Absätzen herzustellen, derart, daß der erste Absatz nach Einbringen einer der Firma patentierten Sohle fertig abgeteuf und ausgebaut wird, worauf das Gefrierverfahren für den folgenden Absatz eingeleitet wird.

Nach Tecklenburg<sup>4)</sup> ist das Gefrierverfahren bei 19 Schächten gelungen. Eine Eismaschine, welche 500 kg Eis in der Stunde erzeugt, kann in 24 Std. rund 16 cbm Gebirge ausfrieren. In Jessenitz waren 20 Gefrierrohre von 77 m Teufe 10 Monate nötig, während man im allgemeinen für 1 Bohrloch 3 bis 4 m täglich rechnete. Das Ausfrieren dauerte 104 Tage, im

1. Berg- u. Hüttenm.-Zeitg. 1899, S. 366.

2) Glückauf. Essen 1895, S. 15; 1901, Nr. 1 (Anwendung auf Mariagrube bei Aachen).

3) Österr. Zeitschr. 1894, S. 583; 1895, S. 36; 1896, S. 121.

4) Tiefbohrkunde, Bd. VI, S. XI u. 171—190.

ganzen waren also etwa  $300 + 104 = 404$  Tage bis zum beendeten Ausfrieren erforderlich.

Bei 5,5 m lichter Schachtweite sind auf einem konzentrischen Kreise von 7,5 m Durchmesser 22 Bohrlöcher in 1 m Entfernung niederzubringen, wobei sich oben ein äußerer Durchmesser der Frostmauer von 9,5 m ergibt.

Für das Gelingen des Gefrierverfahrens ist es von großer Wichtigkeit, zu wissen, ob und welche Abweichungen die Bohrlöcher von der Lotlinie erfahren haben, weil dadurch Lücken in der Frostmauer entstehen können, welche beim Abteufen schon in wiederholten Fällen Veranlassung zu Durchbrüchen gegeben haben. Kennt man die Abweichung, so muß man die Lücken durch Ergänzungsbohrlöcher ausfüllen und durch Fortsetzung des Gefrierprozesses die Frostmauer schließen.

Die Gesellschaft »Entreprise générale de fonçage de puits, études et travaux de mines« zu Paris hat für die Feststellung der Abweichungen folgende Methode gefunden, welche sich in der Praxis gut bewährt hat<sup>1)</sup>.

In Fig. 553 sei  $C$  der Mittelpunkt der Bohrlochsmündung, dessen Lage durch seine Entfernungen von den Achsen  $OX$  und  $OY$  eines rechtwinkligen Koordinatensystems bestimmt ist,  $CZ$  sei die Achse des Bohrloches. Es kommt nun darauf an, die Lage eines beliebigen Punktes  $A$  auf  $CZ$  zu bestimmen, wenn die Teufe, in der er sich befindet, bekannt ist. Fällt man von  $A$  auf die Ebene  $YOX$  das Lot  $Aa$ , so muß also Länge und Richtung der Linie  $Ca$  ermittelt werden.

Man errichtet in  $C$  ein Lot auf  $YoX$  und verbindet einen beliebigen Punkt  $S$  desselben mit dem Punkte  $A$ . In den ähnlichen Dreiecken  $SCB$  und  $AaB$  verhält sich dann

$$CB : aB = SB : AB,$$

also auch

$$CB : CB + aB = SB : SB + AB$$

oder

$$CB : Ca = SB : SA \dots\dots\dots 1)$$

Bei der praktischen Anwendung der Methode bestimmt man die Länge  $SA$  durch einen zwischen  $S$  und  $A$  gespannten Faden und mißt die Koordinaten des Punktes  $B$ . Da diejenigen des Punktes  $C$  ebenfalls bekannt sind, hat man

$$CB = \sqrt{(Ob - Oc)^2 + (Ob' - Oc')^2}.$$

$Ca$  ist demnach als Funktion von Größen gegeben, die über Tage festgestellt werden können, die Richtung von  $Ca$  ergibt sich aus den Koordinaten ebenfalls.

Der Punkt  $A$  wird im Bohrloch Fig. 554 durch den Mittelpunkt eines Holzpflöcks mit Bleibelastung von wenig geringerem Querschnitt als das

1 Rückblick auf das Bergwesen der Pariser Weltausstellung 1900. Von Berg-assessor Mellin zu Essen. Essen, Druck von Thaden & Schmemann. 1901. — Berg- u. H.-Zeitg. 1901, Nr. 23.

Loch verkörpert, der an einem Stahldraht bis zu der zu messenden Stelle hinabgelassen wird, er läuft durch den Einschnitt eines im Bohrgerüst genau eingelassenen Blechs, dessen Einschnitt mithin den Punkt  $S$  der Fig. 553 darstellt. Die Koordinatenachsen werden auf einer am Bohrloche angebrachten horizontalen Holztafel verzeichnet.

Die Methode gestattet die Abweichungen des Bohrloches an beliebig vielen Stellen festzustellen, vorausgesetzt, daß der Aufhängedraht nicht durch Anliegen an der Wandung oder ein anderes Hindernis aus der Geraden abweicht. Legt sich der Draht in einer gewissen Tiefe an, so ist es möglich (s. Fig. 554), daß er bei tieferen Lagen von  $A$  wieder frei wird. Dann erreicht die Linie  $CB$  ein Maximum oder Minimum während

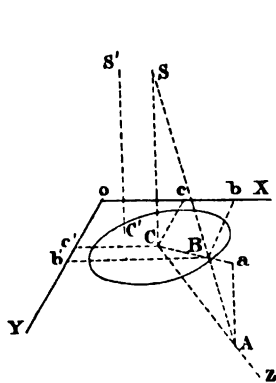


Fig. 553.

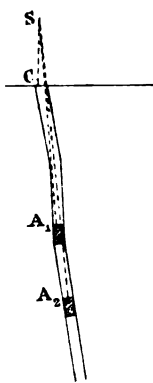


Fig. 554.

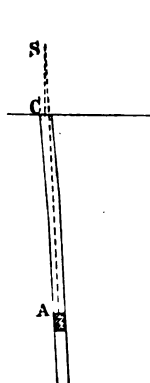


Fig. 555.

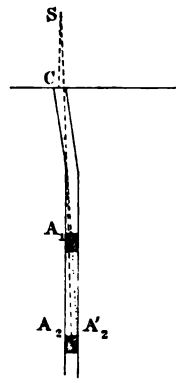


Fig. 556.

der Zeit des Anliegens. Für die Tiefen, wo  $CB$  zwischen dem Maximum oder Minimum liegt, ist der Draht frei und die berechnete Abweichung ist richtig.

Legt sich der Draht fortdauernd an die Wandung des Bohrloches, so ist  $CB$  konstant und die aus der Länge von  $CB$  abgeleiteten Resultate sind falsch, denn sie entsprechen dem Punkte  $A_1$  und nicht dem Punkte  $A_2$  (Fig. 556). Aus einem Konstantbleiben von  $CB$  kann man aber nicht umgekehrt mit Sicherheit auf ein Anliegen des Drahtes schließen, es ist möglich, daß das Bohrloch von einem bestimmten Punkte ab geradlinig weitergeht und der Draht genau in seine Achse fällt (Fig. 555).

Der letztgenannte Fall ist natürlich eine Ausnahme. Man kann sich jedoch noch auf besondere Weise vergewissern, daß der Draht die Wandung nicht berührt. Man trägt zu dem Zwecke die verschiedenen Werte für  $Ca$  ( $Ca_1, Ca_2, \dots Ca_n$ ) in der Reihenfolge, wie sie sich ergeben, nach Größe und Richtung auf einer Zeichnung auf (Fig. 557) und beschreibt um jeden der Punkte  $a_1, a_2, \dots a_n$  einen Kreis, der den Querschnitt des Bohrloches an der entsprechenden Stelle vorstellt. Liegt der Faden

$SA_n$  nirgends an, so gibt er in seiner horizontalen Projektion offenbar die Gerade  $Ca_n$ . Zeichnet man also, wie es in Fig. 557 geschehen ist, die Schnittlinien einer durch  $Ca_n$  gelegten Vertikalebene mit den Bohrlochswandungen, so dürfen diese an keiner Stelle von der Linie  $SA_n$  berührt oder gar geschnitten werden.

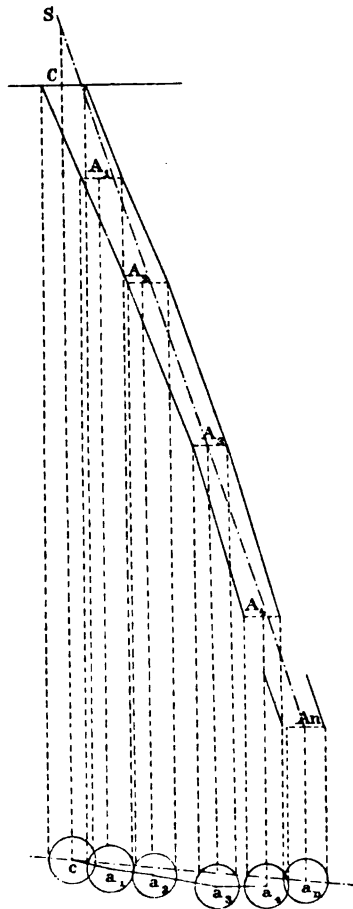


Fig. 557.

Trägt man auf  $Ca_n$  die den Strecken  $SA_1, SA_2, \dots, SA_n$  proportionalen Stücke ab, so müssen sich die Endpunkte im Innern des zugehörigen Querschnittskreises befinden.

Berührt der von dem Punkte  $S$  gespannte Draht die Bohrlochwand, so ermittelt man durch Versuche einen Punkt  $S'$ , bei dem dies nicht der Fall ist (vergl. Fig. 553). Die Projektion  $C'$  dieses Punktes tritt dann bei der Berechnung und Zeichnung an die Stelle von  $C$ , sonst wird in gleicher Weise verfahren wie oben beschrieben.

In Amerika ist bisher das Gefrierverfahren nur bei einem Schachte zu Iron Mountain, Michigan, zur Anwendung gekommen, dagegen mehrfach mit Vorteil bei Tunnelbauten benutzt. Auch bei dem genannten Schacht hat es sich trotz ziemlich ungünstiger Verhältnisse bewährt. Die einmal durch Klüfte in den eingefrorenen Kern des Schachtes eintretende Quelle wurde durch ein dort eingebrachtes Gefrierrohr dauernd unschädlich gemacht.

**145. Abteufen mit Tauchern.** — Nach Prof. Nordenström<sup>1)</sup> ist in dem Kohlenfelde Südschwedens ein Senkschacht mit Hilfe von Tauchern abgeteuft.

Die Arbeit in 64 m Tiefe hatte mit einer 20 m mächtigen, zwischen 14 und 35 m Tiefe liegenden, aus Schwimmsand und Gerölle mit zum Teil sehr großen Geschieben bestehenden, sehr wasserreichen Schicht zu kämpfen. Die Geschiebe mußten zum Teil durch Sprengarbeit zerkleinert werden: wenn sie nicht allzugroß waren, schlug man in kurze Bohrlöcher eiserne Klammern ein und schaffte die Geschiebe mit dem Förderseil zu Tage.

1) Berg- u. Hüttenm.-Zeitg. 1894, Nr. 39.

Die Arbeit wurde mit 2 Taucherapparaten, 4 Tauchern und 2 Wärtern in 267 Tagen in glücklichster Weise ausgeführt. Die Gesamtkosten stellten sich auf 57130 *M*, während das Gefrierverfahren 146698 *M* kosten sollte und dennoch im Erfolge weniger sicher gewesen wäre, weil das Niederbringen der Bohrlöcher bei dem Vorkommen der großen Geschiebe mindestens sehr schwierig gewesen sein würde.

146. Verfahren von F. Honigmann-Aachen<sup>1)</sup>. — Dieses eigenartige Verfahren, dessen praktische Brauchbarkeit im Konzessionsfelde Oranje-Nassau bei Heerlen in Holland beim Abteufen zweier Schächte erwiesen ist, zeichnet sich vor allen andern Methoden des Abteufens in schwimmendem Gebirge durch zwei Punkte aus:

1. Während des Abteufens in toten Wassern wird keinerlei Ausbau angewendet, falls nicht eine Verrohrung nötig wird.
2. Das Herausheben des Bohrschmandes erfolgt kontinuierlich durch einen aufsteigenden Wasserstrom, also ohne Aufziehen des Bohrinstrumentes.

Da der Wasserspiegel erst bei 10 m Tiefe angetroffen wurde, so teufte man bis dahin einen Vorschacht ab und brachte einen eisernen Senkzylinder von 3,80 m Durchmesser und 15 mm Blechstärke bis 18,2 m Tiefe ein, dessen oberer Rand bis zur Tagesoberfläche reichte. Dadurch, daß man diesen Zylinder bis oben hin mit Wasser gefüllt erhielt, schaffte man für den, im Schwimmsand weiter abgeteufte Schacht einen Gegendruck, welcher noch dadurch verstärkt wurde, daß man dem einströmenden Füllwasser eine gewisse Menge von Ton zusetzte und damit dessen Dichte auf 1,2 erhöhte.

Im März 1896 war der Schacht auf 60 m Tiefe gebracht, der Gegendruck von 10 m war also vermehrt auf  $60 \times 0,2 = 12$  m und im Schachtgesenk war ein Druck von ungefähr 2 Atm. wirksam. Die senkrechte Wand des im Schwimmsande stehenden Schachtes hielt sich zeitweilig ohne Auskleidung und zwar nicht allein wegen dieses Gegendruckes, sondern auch, weil der Tongehalt des Füllwassers bis auf eine Tiefe von 0,80 bis 1 m in den Schwimmsand eindrang.

Die von W. Schulz der Beschreibung des Verfahrens in der B. u. H. Wehschr. Glückauf 1896, Nr. 14 beigelegte Skizze, s. Fig. 558, ist rein schematisch und nicht maßstäblich. Sie soll lediglich ein Bild des Verfahrens und der zur Ausführung desselben getroffenen Einrichtungen geben. Diese sind nur insoweit dargestellt, als durch sie die Drehung des Bohrgestänges und die Entfernung des Bohrschmandes verständlich zu machen ist.

Die quadratische eiserne Bohrspindel *a* ist im Wirbel *b* derart aufgehängt, daß die Reibung bei ihrer Drehbewegung durch vier Friktions Scheiben (an Stelle der in ähnlichen Fällen angewendeten Kugeln) möglichst

1) W. Schulz in Glückauf. Essen 1895, Nr. 70; 1896, Nr. 14. — Revue industrielle 1896, S. 198.

vermindert wird. Der Wirbel *b* hängt an einem, um den Rundbaum eines Handhebels gewickelten Drahtseile. Ein Arbeiter läßt beim Bohren, dem Fortschritte desselben entsprechend, das Seil allmählich nach. Die Bohrspindel geht durch das Stirnrad *d*, welches mittels der Zahnräder *e*, *f* und *g* angetrieben wird. Das konische Getriebe *g* erhält seine Bewegung durch die feste Riemenscheibe *h* von einer andern Riemenscheibe aus, welche sich auf einer in der Bohrhütte stehenden Lokomobile befindet. Die Betriebsräder *d*, *e*, *f* sind auf dem Bohrwagen *i* verlagert, der beiseite geschoben werden kann, falls das Bohrgestänge aufgeholt werden soll. Hierfür ist ein Dampfkabel vorhanden. Die Bohrspindel *a* trägt das unten offene Hohlgestänge, in welches der Drehkopf *l* eingeschaltet ist. Das Hohlgestänge hat am oberen Ende, bis zur Höhe des Bohrers *st*, einen inneren Durchmesser von 136 mm und eine Wandstärke von 26 mm. Nach oben schließt sich das eigentliche Bohrgestänge von derselben Weite, aber mit 8 mm Wandstärke an. An den unteren Armen *tt* des Bohrers befinden sich beim Arbeiten im Schwimmsand stählerne Schneiden. Dieselben wurden zuletzt, wegen des zu erwartenden Kreidemergels, durch Walzen ersetzt, welche mit scheibenartigen Schneiden versehen sind. Der oben erwähnte, mit seinem unteren Ende noch 8,2 m unter dem Wasserspiegel

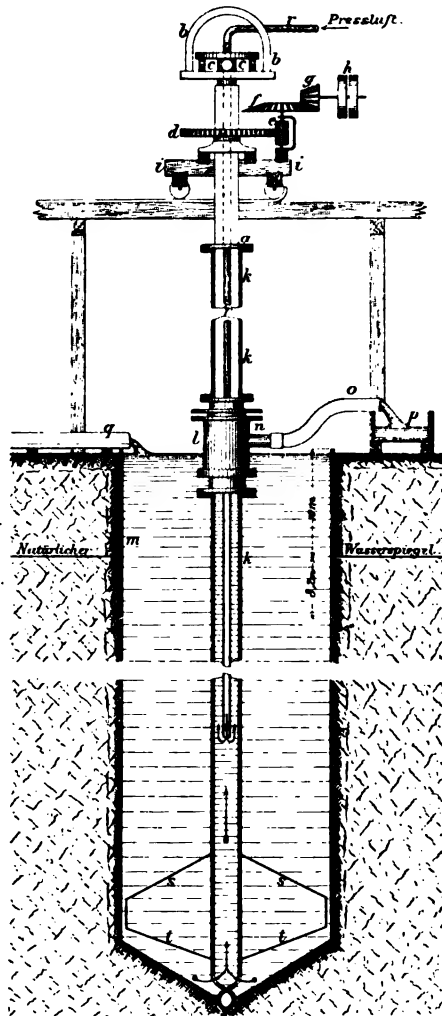


Fig. 55b.

stehende Senkzylinder ist mit dem Buchstaben *m* bezeichnet.

Der Bohrschmand, dessen Weg in der Skizze durch hinten mit einem Punkt versehene Pfeile angegeben ist, wurde anfänglich durch den Drehkopf

ausgepumpt. Da aber die Pumpe durch die Einwirkung des Schwimmsandes schnell abgenutzt wurde, wendete Honigmann deshalb das am Schlusse der Beschreibung der Luftschleuse (s. d.) erwähnte, auch von Werner Siemens im Jahre 1885 empfohlene und benutzte Verfahren an, Preßluft in das Hohlgestänge einzublasen (Mammuthpumpe). Dadurch wird das Gewicht der Schmandsäule im Hohlgestänge vermindert, diese durch den Druck des im Bohrschachte stehenden Füllwassers bis zum Drehkopfe gehoben und aus dem Stutzen *n* und Schlauch *o* in das Geflüter *p* ausgegossen. Das geklärte Wasser gelangt zum Schachte zurück, wird um soviel vermehrt, als durch den Überdruck in die Schachtwände eingedrungen ist, mit Ton angemengt und fließt durch das Geflüter *q* in den Schacht, um den Wasserstand auf gleicher Höhe zu erhalten.

Zum Einblasen der Preßluft in das Hohlgestänge dient ein 25 mm weites Gasrohr *r*, welches etwa 30 mm unter dem Spiegel des Füllwassers im Schachte mündet. Die einfachen Pfeile in Fig. 558 geben den Weg der Preßluft an.

Der Ausbau eines solchen Schachtes erfolgt, nachdem er bis in unterliegende feste Schichten (Mergel) abgebohrt ist, ähnlich wie bei den Bohrschächten, durch eine eiserne Cuvelage von 3,36 m Durchmesser, mit Gleichgewichtsboden und -röhre, aber ohne Senkstangen. Der zwischen der Außenwand der Cuvelage und dem Schachtstöße bleibende Raum von 0,20 m wird mit Beton ausgefüllt.

Auch auf die Schachtsohle soll unter dem Gleichgewichtsboden eine Betonschicht gebracht werden, um den Abschluß des Fußes der Cuvelage und das weitere Abteufen bis ins Steinkohlengebirge zu sichern, vergl. 144 d. Abschn.

147. **Verfahren von Guibal<sup>1)</sup>.** — Dasselbe besteht im wesentlichen darin, daß ein bewegliches Schild durch hydraulische Pressen niedergetrieben wird, dessen mittlere Öffnung mit einer weiten, bis zu Tage ausgehenden Gleichgewichtsrohre verbunden ist. Durch dieses Rohr geht der mit aufklappbaren Schneiden versehene Bohrer. Die von diesem aufgerissenen Massen werden durch einen Löffel, der nach dem Aufholen des Bohrers durch das Gleichgewichtsrohr unter das Schild gehängt wird, zu Tage gefördert. Die wasserdichte Zimmerung rückt dem Schilde unmittelbar nach. Das Verfahren soll einmal angewendet sein, ist aber im übrigen Vorschlag geblieben.

1) Handbuch der Ingenieurwissensch. IV, 2. 2. Aufl. S. 147.



**Literatur.**

- Ch. Combes. *Traité de l'expl. des mines*. Paris 1844. Deutsch von Dr. Hartmann. Weimar 1844.
- A. T. Ponson. *Traité de l'expl. des mines de houille*. Liège 1852.
- M. F. Gaetzschmann. *Anleitung zur Grubenmauerung*.
- M. J. Degoussée et Ch. Laurent. *Guide du Sondeur ou traité théorique et pratique des Sondages*. Paris 1861.
- Dr. W. Michaelis. *Die hydraulischen Mörtel, insbesondere der Portland-Zement in chemisch-technischer Beziehung u. s. w.* Leipzig 1869.
- Sickel. *Die Grubenzimmerung*. Freiberg 1872.
- Allvin. *Notice sur le système Chaudron pour le cuvelage des puits*. Liège 1873.
- Jičinsky. *Katechismus der Grubenerhaltung für Grubensteiger und Gruben-aufsichtsorgane*. Mährisch-Ostrau 1876.
- A. Demmler. *Boring shafts in Westphalia* (read before the Manchester geological society, 29<sup>th</sup> January 1878). *Extr. of the Trans. Manch. Geol. Soc. Part XVIII, Vol. XIV.*
- Hâton de la Goupillière. *Cours d'expl. des mines*. II. Aufl. Paris 1896.
- Ch. Demanet. *Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke*. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.
- Schulz. *Das Abbohren von Schächten in: Handbuch der Ingen.-Wissenschaften*. Leipzig 1885, Bd. IV, Abteil. II, S. 311.
- R. Sutcliffe. *Ein neues Verfahren des Schachtabsinkens (Ausbohren)*. *Iron a. Coal Trade Rev.* Bd. 42, S. 690. — *Iron* Bd. 37, S. 532.
- F. H. Poetzsch. *Denkschrift, betr. das Abteufen von Schächten u. s. w.* A. Seidel, Berlin.
- Extrait de „l'Industrie Moderne“, Bruxelles 1889. Le système Kind et Chaudron.*
- H. Lueg, *Über Neuerungen beim Schachtabteufen im Braunkohlengebirge*. Bern 1893.
- Th. Tecklenburg. *Handbuch der Tiefbohrkunde*. Bd. VI. *Das Schachtbohren*. Leipzig 1896.
- Gobert. *The Gobert freezing process of shaft sinking. A paper read before the federated institution of mining engineers*. London 1896.
- Chr. Petrlik. *Das Gefrierverfahren im Venus-Tiefbau bei Brüx in Böhmen*. (Aus „Allg. Bauzeitung.“) Prag.
- J. Linet. *Abteufen eines Schachtes im Steinkohlengebirge und Auskleidung mit Beton*. *Rev. univ. des mines*, XVIII, S. 1.
- F. C. Glaser. *Vorrichtung von Stollen im schwimmenden Gebirge*. *D. R. P. Kl. 5.* 105768.
- E. Mackey-Heriot, *Schachtabteufen auf Kalisalzlagern*. *Engin. a. Min. J.* 70, S. 339.
- Ein Schachtausbau mit Beton*. *Bergbau*, XIII, S. 5.
- Die Methoden zur Konservierung der Hölzer*. *Bergbau*, XV, S. 7.
- H. Foster-Bain. *Der Betrieb des Newhouse-Tunnels in Colorado*. *Engin. a. Min. J.* 73, S. 552.
- Klein. *Schachtabteufen der Alkaliwerke Ronnenberg*. *Z. d. V. deutsch. Ing.* 1902, S. 615.
- Über die Verwendung von Holzeinlagen bei Mauerungen in druckhaftem Gebirge*. *Glückauf*, 1902, S. 224.
- H. Pattberg. *Schachtbohrer*. *D. R. P. Kl. 5c.* 124052.
- M. Venator. *Über Abteufen mittels des Haaseschen Röhrenverfahrens*. *Jahrb. f. d. B.-u. H.-Wesen im Kgr. Sachsen*, 1901, A, S. 42.
- J. Treptow. *Verwahrung der Grubenbaue gegen Gebirgsdruck und Brandgefahr bei den Werken des Zwickau-Oberhondorfer Steinkohlenbauvereins*. *Jahrb. f. d. Berg- u. H.-W. im Kgr. Sachsen*, 1901, A, S. 17.
- Die Verwendbarkeit des Akazienholzes beim Bergbau*. *Berg- u. H.-Ztg.* 1901, S. 581.

## Siebenter Abschnitt.

### Wasserhaltung.

---

1. **Einleitung.** — Unter Wasserhaltung versteht man diejenigen Veranstellungen, durch welche die Grubenbaue frei von Wasser erhalten werden.

Dieses Ziel ist auf verschiedene Weise erreichbar, entweder indem man das Wasser durch Abfangen und Ableiten von den Grubenbauen fern hält, oder durch wasserdichten Ausbau, sowie durch Verdämmungen in seine Zuflußkanäle zurückdrängt, oder endlich dadurch, daß man das in den Bauen sich ansammelnde Wasser entfernt. Geschieht letzteres durch freien Abfluß auf Stollen, so ist es Wasserlosung, müssen die Wasser aber durch mechanische Hilfsmittel erst gehoben werden, bevor sie auf einem Stollen oder über Tage abfließen können, so ist es Wassergewältigung oder Wasserhebung.

Obgleich alle in die Grubenbaue eindringenden Wasser<sup>1)</sup> von atmosphärischen Niederschlägen herkommen, so unterscheidet der Bergmann dennoch zwischen Tagewassern und Grundwassern. Erstere gelangen auf kurzen und bekannten oder leicht zu ermittelnden Wegen in die Grubenbaue und sind deshalb oft schon über Tage, oder doch in oberen Teufen abzufangen oder abzuleiten. Bei Grundwassern ist dies nicht möglich, weil ihre Zuflußkanäle weit verzweigt und unbekannt sind.

Die Tagewasser sind in der Grube leicht daran zu erkennen, daß sie nahezu die Temperatur des Wassers über Tage haben, also im Sommer wärmer, im Winter kälter sind als das Gestein, mit dem sie nur kurze Zeit in Berührung waren, und als die Grubenluft. Auch wechselt ihre Menge je nach Witterung und Jahreszeit.

Die Grundwasser nehmen, wenn das Gebirge unzerklüftet ist, mit der Teufe ab. Werden aber wasserführende Sprünge, Klüfte u. s. w. in tieferen

---

1) Paul Hayn (Der Ursprung der Grubenwasser. Freiberg 1887) leitet den Ursprung der Grubenwasser lediglich aus Verdichtung des Feuchtigkeitsgehalts der Grubenluft ab(?). — Nasse, Über den Feuchtigkeitsgehalt der Grubenwetter in Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35, Heft 2. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1890, S. 761 u. 784.

Sohlen geöffnet, oder ist das obere Gebirge durch den Abbau zerklüftet, so ziehen sich auch die Wasser naturgemäß nach dem tieferen Punkte hin.

Wie man Tagewasser durch Dichten von Flußbetten mit hölzernen oder gemauerten Geflutern<sup>1)</sup>, durch Geradföhrung gewundener Flüsse und Bäche, Ausfüllen von Tagebrüchen, welche infolge von Abbau entstanden sind, durch Beseitigung von stehenden Gewässern und andere naheliegende Mittel (vergl. III. Abschn., 3, 7 und 15) von dem Eindringen in die Teufe leicht abhalten kann, so muß man sich auch bemühen, die Grundwasser auf den oberen Sohlen zu halten und ein tieferes Eindringen derselben in die Grubenbaue zu verhindern, indem man hölzerne<sup>2)</sup>, eiserne oder gemauerte Gefluter und Gerinne in wasserführenden Stollen oder Strecken mit durchlässiger Sohle (z. B. wenn eine Sprungklüft dieselbe durchsetzt) einbringt, einen solchen Teil des Stollens verumbrucht, sogenannte Wasserörter, mit denen man wasserführende Klüfte aufsucht, um das Wasser abzufangen, in oberen Sohlen treibt, das Traufwasser in Schächten, sowie auch das aus oberen zerklüfteten Gesteinsschichten eindringende Wasser durch Traufbretter oder Traufdächer auffängt, in Gerinnen aus Holz oder Zement sammelt und entweder den obersten Pumpen zuföhrt, oder auf Stollen zum Abflusse bringt.

Über die Maßregeln zur Sicherung der Grubenbaue gegen Wasserdurchbrüche durch Vorbohren beim Lösen alter Baue, sowie durch Sicherheitspfeiler ist das Nötige bereits im III. Abschnitt 22 und 23, sowie im I. Abschnitt, 70 gesagt. Auch in Bezug auf die Wasserlosung durch Stollen kann auf den III. Abschnitt, 3—7 verwiesen werden, sodaß im folgenden lediglich von den Mitteln zur Wassergewältigung und von den Verdämmungen die Rede sein wird.

## A. Wassergewältigung.

### 1. Kapitel.

#### Feststehende Pumpen<sup>3)</sup>.

**2. Allgemeines.** — Die Wassergewältigung geschieht vorwiegend durch Pumpen und in Schächten, an deren tiefstem Punkte sich die Wasser sammeln.

Der arbeitende Teil der Pumpen ist der in einer Kolbenröhre (Arbeitsröhre, Gosse, Pumpentiefel) eingeschlossene Kolben,

1) Über Herstellen von Gräben aus Zementguß s. Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20, S. 367.

2) Ebenda 1855. Bd. 2A, S. 360; 1857, Bd. 4, S. 153.

3) v. Hauer, Die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1879.

welcher bei den gewöhnlichen Pumpen durch eine Übertragung — Gestänge — mit der Kraftmaschine verbunden ist. Der Kolben erhält durch das Gestänge eine abwechselnde und, wenn die Schachtpumpen aufrecht stehen, auf- und niedergehende Bewegung.

**3. Arten der Pumpen.** — Je nach ihrer Wirkungsweise unterscheidet man Hubpumpen, bei denen das Wasser durch die Kraftmaschine mit Hilfe der Gestänge emporgehoben, und Druckpumpen, bei denen es ganz oder teilweise durch das Gewicht des niedergehenden Gestänges in die Höhe gedrückt wird.

Beide Arten von Pumpen können so eingerichtet werden, daß ihre Kolben tiefer stehen, als die Oberfläche des zu hebenden Wassers, so daß dieses von selbst in die Kolbenröhre tritt, was bei Druckpumpen häufig, bei Hubpumpen selten der Fall ist.

In der Regel jedoch befinden sich die Kolben über der Oberfläche des Wassers und müssen dasselbe beim Auf- und Niedergange ansaugen, indem das Gewicht der atmosphärischen Luft das Wasser in den durch die Bewegung des Kolbens erzeugten luftverdünnten Raum hineindrückt. Deshalb sind diese Pumpen eigentlich sämtlich Saugpumpen, indes bezeichnet man damit nur die sonst unter dem Namen »niedere Sätze« bekannten Pumpen (5), bei denen das Steigerrohr fehlt und der Kolben beim Aufgange fast bis zum Ausgusse gelangt, sodaß das Wasser in der Tat größtenteils durch Saugen gehoben werden muß.

Eine andere allgemeine Unterscheidung ist diejenige der einfach und doppelt wirkenden Pumpen. Die ersteren gießen nur bei einem, die anderen bei beiden Kolbenwegen aus.

Außer den Kolbenpumpen gibt es noch kolbenlose Pumpen, welche für die Wasserhaltung ebenfalls von Wichtigkeit sind.

**4. Beutelpumpen.** — Eine sehr einfache Pumpe ist die Beutelpumpe. Dieselbe besteht aus einer ausgebohrten hölzernen, oder aus einer eisernen Röhre, mit einem Ventile (Stand- oder Fußventile) am unteren Ende. In der Röhre befindet sich ein, aus einem trichterförmigen, ledernen Beutel bestehender Kolben. Am oberen Ende der Stange ist ein quer stehender Krückel zum Anfassen für einen oder zwei Arbeiter angebracht.

Beim Anlassen gießt man Wasser in die Röhre. Dasselbe drängt den Beutel gegen die Rohrwandung, so daß er beim Anziehen dicht ablidert und das Wasser ansaugt. Beim Niedergehen legt sich der Beutel zusammen und drängt sich durch das Wasser, welches mit Hilfe des Ventils am unteren Ende der Röhre am Ausweichen verhindert wird.

Man kann die Beutelpumpen u. a. verwenden, um Wasser in einer Strecke über einen Damm hinwegzuschaffen, also im allgemeinen für geringe Höhen bis 3 oder 4 m.

**5. Saugpumpen.** — Die Saugpumpen, welche zum Unterschiede von den Hubpumpen mit Steigeröhrn (6) auch niedere Sätze<sup>1)</sup> genannt

1) Unter »Satz« und »Pumpensatz« versteht man eine vollständige Pumpe.

werden, sind schon wirkliche Schachtpumpen, sie werden durch eine Maschine mittels Gestänge bewegt und schaffen das Wasser dadurch auf größere Höhen, daß jeder Satz in einen hölzernen Kasten (den Schachtsumpf) ausgießt, aus welchem das Wasser von dem nächst oberen Satze weggesaugt wird.

Die Höhe solcher Sätze wird derart bemessen, daß die senkrechte Entfernung der Wasserspiegel zweier Ausgußkassen nicht mehr als höchstens 10 m betragen darf, sodaß die Höhe, bis zu welcher das Wasser angesaugt werden muß, gleich dieser Entfernung, vermindert um etwa die Hubhöhe, also nicht mehr als 8 bis 9 m ist.

Die Einrichtung solcher Sätze, welche in den alten Harzer Schächten noch jetzt in Gebrauch sind, zeigt Fig. 559.

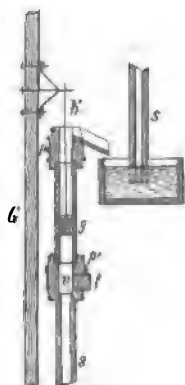


Fig. 559.  
Niederer Satz.

Die gußeiserne Kolbenröhre (die Gosse) *g* ist oben und unten in Pumpenstöckel *p p'* eingelassen, welche aus gebohrten Holzröhren bestehen und von denen das obere den Ausguß enthält, während im unteren die Saugröhre *s* eingelassen ist. Außerdem befindet sich in demselben ein mit dem Spunde *t* verschließbares Loch, durch welches man zum Saugventile *v* gelangt. Die Kolbenstange (Zugstange) *K* ist an dem Hauptgestänge *G* mittels eines Stangenhakens angeschlossen.

Um das Wasser auf eine Höhe von 50 m zu heben, sind nach vorstehendem mindestens fünf solcher Sätze, mithin auch ebensoviel Kolben und Ventile erforderlich. Da aber mit der Anzahl der Kolben die Reibung und mit derjenigen der Ventile die Größe des Ventilverlustes wächst, so ergibt sich schon hieraus, daß die niederen Sätze im Vergleiche zu denjenigen Hubpumpen, welche das Wasser mit nur einem Satze auf dieselbe Höhe bringen (hohe Sätze), unvorteilhaft arbeiten und viel Kraft gebrauchen. Es kommt noch hinzu, daß Fehler, welche an einem Satz vorkommen, auf das gesamte gehobene Wasserquantum Einfluß haben, sowie daß mit der Anzahl der Sätze auch das Vorkommen von solchen Fehlern, Störungen und Stillständen in geradem Verhältnisse steht. Hat der unterste Satz einen Fehler, so führt er den oberen zu wenig Wasser zu, ist dasselbe bei einem der höher stehenden Sätze der Fall, so fällt das Wasser wieder zurück und wird von den unteren Sätzen so lange vergeblich gehoben, bis der Fehler beseitigt ist. Damit das Wasser in solchem Falle nicht über den Rand der Schachtsümpfe hinweg frei in den Schacht fällt, sind die letzteren unter sich durch Überfallluten verbunden. Außerdem hat man an einzelnen Stellen alte Strecken mit Dämmen verschlossen und damit Sumpfstrecken hergestellt, in denen das zurückfallende Wasser aufgefangen wird. Die Dämme sind mit Abflußröhren versehen, sodaß man nach erfolgter Reparatur des schadhaften Satzes den Sumpf baldigs!

wieder entleeren kann. Der Durchmesser der Gossen beträgt je nach der Wassermenge 183 bis 313 mm.

**6. Hubpumpen.** — Eigentliche Hubpumpen, d. h. solche, welche gar nicht saugen, sondern lediglich hebend wirken, dürften als Schachtpumpen kaum vorkommen. Man versteht unter Hubpumpen solche, welche über der Kolbenröhre noch eine Steigeröhre haben. In diesen wird das über dem Kolben stehende Wasser bis zu dem am oberen Ende befindlichen Ausgusse empor gehoben. Wegen ihrer größeren Höhe heißen die Hubpumpen, im Gegensatze zu den niederen, hohe Sätze.

Eine schematische Darstellung der älteren Einrichtungen einer Hubpumpe, wie sie vor Einführung der Druckpumpen in allen größeren Bergwerksrevieren in Gebrauch waren, gibt Fig. 560.

In der Kolbenröhre *a* bewegt sich der durchbrochene und oben mit Klappen versehene Kolben *k*. Außerdem befinden sich an demselben die Ventiltüren *t t'*. Durch die obere kann man zum Kolben, durch die untere zum Saugventile *v* gelangen, welches auf der Saugröhre *s* angebracht ist. Über der Kolbenröhre befindet sich die Steigeröhre *h*, deren Höhe ohne zwingende Veranlassung nicht über 40 bis 50 m sein sollte, nur ausnahmsweise geht man bis 100 m<sup>1)</sup>.

Die Höhe ist durch die Festigkeit der unteren Steigeröhren, sowie der Kolbenklappen und des Saugventiles begrenzt.

Bei der in Fig. 560 angedeuteten Einrichtung befindet sich das Gestänge innerhalb der Steigeröhren und kann deshalb nicht überwacht werden. Auch lassen sich etwaige Gestängebrüche schwer beseitigen.

Man hat deshalb bei neueren Ausführungen vorgezogen, das Gestänge frei im Schachte heruntergehen zu lassen und die Kolbenröhre neben die Steigeröhre zu stellen, wie es u. a. bei den älteren Wassersäulenmaschinen am Harz<sup>2)</sup> geschehen ist.

Das Gestänge geht bei diesen Pumpen durch eine Stopfbüchse in den Pumpentiefel *a* (Fig. 561) und trägt den massiven Kolben *b*. Am oberen Ende ist der aus Bronze bestehende Pumpentiefel mit einem Ventilstücke versehen, an welchem sich die beiden Ventilkästen *K* und *K'* befinden. Ferner ist *s* das Hubventil, *s'* das Saugventil, *S* die Saugröhre, *H* die Steigeröhre.

Beim Niedergehen des Kolbens wird die Luft im Pumpentiefel und über dem Saugventile verdünnt, das letztere hebt sich und läßt das Wasser

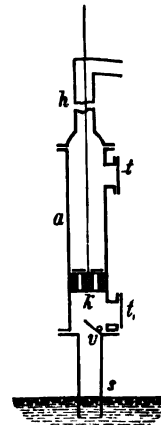


Fig. 560.  
Hoher Satz.

1) v. Hauer a. a. O. S. 103.

2) Karstens Archiv, R. II, Bd. 10. — Hartmann, Bergbaukunde, S. 714.

auf den Kolben treten, durch welchen es beim folgenden Aufgange und bei geöffnetem Hubventile  $s$  in die Steigeröhre  $H$  gehoben wird.

Damit sich unter dem Kolben weder ein luftverdünnter Raum bilden, noch auch verdichtete Luft ansammeln kann, ist unter dem Pumpentiefel noch das Rohr  $J$  angebracht, in welchem das Wasser mit dem Kolben auf- und niedergeht.

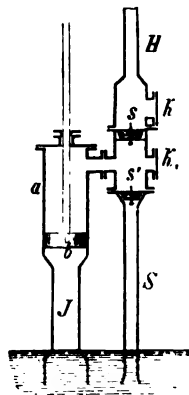


Fig. 561.

Hubpumpen mit freiliegendem Gestänge.

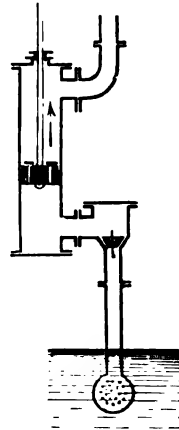


Fig. 562.

Ähnlich ist auch die Einrichtung der Pumpen zu Huelgoat in Frankreich<sup>1)</sup>.

Bei der in Fig. 562 dargestellten Hubpumpe findet Ansaugen und Heben des Wassers beim Aufgange des Kolbens statt. Der letztere ist ebenso durchbrochen und mit Klappen versehen, wie bei der älteren Bauart.

**7. Druckpumpen.** — Die Fig. 563, 564 und 565 zeigen dreierlei Bauarten von Druckpumpen, von denen die erste die gebräuchlichste ist. Bei derselben steht die Kolbenröhre  $R$  mit dem Kolben  $P$  seitwärts von der Saugröhre  $S$ , und hat unter sich einen fest verlagerten Prellklotz  $Z$ , welcher bei etwaigem Gestängebruche den Stoß des Plungers aufzunehmen und damit weiteren Zerstörungen vorzubeugen hat, ein Zweck, welcher übrigens schon durch passend angebrachte Aufsatzvorrichtungen an den Gestängen erreicht werden kann, sodaß die Prellklötze nur für einen Bruch nahe über dem Plunger Wert haben.

Die Druckpumpe Fig. 565 unterscheidet sich noch dadurch von den beiden andern, daß die Druckröhre nicht am unteren, sondern am oberen Ende der Kolbenröhre angesetzt ist. Dabei muß das Wasser in dem ringförmigen Raume zwischen Kolben und Zylinder nach oben steigen und ist

1) Combes, Bergbaukunde, deutsch von Hartmann, S. 325 ff.

deshalb die Weite des letzteren 1,4 mal so groß zu nehmen, als der Durchmesser des Kolbens, während dieselbe bei den andern Einrichtungen nur 2 bis 3 cm größer als der Kolben zu sein braucht.

Die Dichtung der Kolben, welche zum Unterschiede von den Scheibenkolben der Saug- und Hubpumpen die Namen Mönchskolben, Taucherkolben und Plunger erhalten haben, erfolgt am oberen Ende der Kolbenröhre mit Hilfe einer Stopfbüchse, sodaß die Liderung des Kolbens fortfällt.

Die Verbindung des Arbeitszylinders  $R$  mit der Steigeröhre  $H$  heißt Gurgelrohr. Das Saugventil  $v$  und das Druckventil  $v'$  sind durch die Ventilkasten  $L$  und  $L'$  zugänglich.

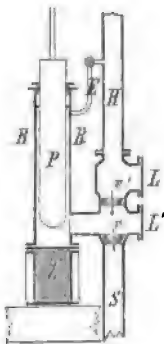


Fig. 563.

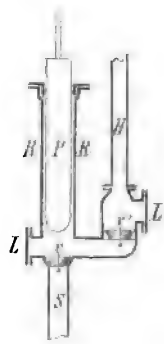
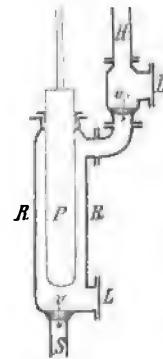
Fig. 564.  
Druckpumpen.

Fig. 565.

**8. Gang der Druckpumpen.** — Beim Aufgange des Kolbens bildet sich in dem Arbeitszylinder ein luftverdünnter Raum und findet mithin das Ansaugen des Wassers durch das Saugventil  $v$  statt. Beim Niedergange des Kolbens wird das Wasser entweder durch das Gewicht des Gestänges und Kolbens, bzw. einer auf letzterem angebrachten Belastung allein oder unter teilweiser Mitwirkung eines durch die Maschine ausgeübten Druckes durch das Ventil  $v'$  in die Höhe getrieben.

Sollte aus irgend welchen Gründen, sei es, daß die Pumpe direkt Luft ansaugt, oder daß die Saugröhre verstopft ist, die Arbeitsröhre nicht mit Wasser, sondern teilweise mit Luft, bzw. mit verdünnter Luft gefüllt sein, so findet das niedergehende Gestängegewicht keinen genügenden Widerstand, es fällt deshalb mit beschleunigter Geschwindigkeit und verursacht dadurch mindestens einen ungleichen Gang, häufig aber auch erhebliche Brüche, gewöhnlich am unteren Ventilkasten.

Aus diesem Grunde sind Druckpumpen dann nicht anwendbar, wenn, wie beim Abteufen, ein teilweises Ansaugen von Luft unvermeidlich ist. Dagegen sind sie zum Heben großer Wassermengen auf bedeutende Höhen, abgesehen von unterirdischen Maschinen, zweckmäßiger als Hubpumpen.



Um den Gang der Druckpumpen dem Wasserzuflusse anpassen und das Ansaugen von Luft vermeiden zu können, pflegt man die Dampfmaschinen so einzurichten, daß sie mit beliebig zu regulierenden Hubpausen arbeiten (Kataraktsteuerung).

Andere Störungen können dadurch eintreten, daß sich die aus dem angesaugten Wasser frei werdende Luft im oberen Teile der Arbeitsröhre ansammelt und dort allmählich verdichtet wird. In diesem Falle kann sich beim Aufgange des Kolbens kein luftverdünnter Raum bilden, mithin auch kein Wasser angesaugt werden, der Kolben findet beim Anfange des Niederganges nur geringen Widerstand, dieser steigert sich plötzlich beim Auftreffen auf das Wasser, was ebenfalls heftige und gefährliche Stöße zur Folge haben kann.

Das hiergegen bisweilen angewendete Mittel, der Luft ein Entweichen durch die lose gestellte Stopfbüchse zu gestatten, kann Gestängebrüche veranlassen und soll man sich deshalb besonderer Vorrichtungen bedienen, um die Luft, den größten Feind der Druckpumpen, dauernd zu entfernen.

Eine solche Vorrichtung ist durch die Röhre *E* in Fig. 563 angedeutet. Dieselbe gestattet der Luft bei jedem Kolbenhube durch Heben eines Ventiles den Eintritt in die Druckröhre.

Um eine Druckpumpe in Gang zu setzen, darf man sie nicht als Luftpumpe arbeiten und das Wasser allmählich ansaugen lassen, sondern man muß den Raum unter dem Kolben und zwischen den Ventilen mit Wasser füllen, was am bequemsten durch ein Verbindungsrohr mit Hahnverschluß von der Druckröhre aus geschieht.

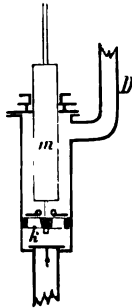


Fig. 566.  
Differentialpumpe.

Ebenso muß ein Verbindungsrohr zwischen Gurgel- und Saugrohr angebracht sein, damit man vor dem Öffnen der Ventiltröhren das in der Pumpe befindliche Wasser auf die bequemste Weise in den Sumpf zurückgelangen lassen kann.

#### 9. Differentialpumpen oder verjüngte Pumpen<sup>1)</sup>.

— Dieselben beruhen auf dem Prinzip, daß Hubpumpen beim Niedergehen soviel Wasser zum Ausflusse bringen, als ihr Gestänge verdrängt. Man hat deshalb mit dem direkt am Gestänge befestigten Plunger *m* (Fig. 566) den Scheibenkolben *k* verbunden. Gibt man dem Plunger *m* einen halb so großen Querschnitt, als dem Scheibenkolben, so wird bei jedem Hube gleichviel Wasser in das Steigerohr *D* geschafft.

1) Die Differentialpumpen sind von Kirchweger (Eisenbahndirektor in Hannover) 1843 zum ersten Male ausgeführt. Neben Kirchweger erheben noch der Franzose Faivre in Nantes und der Engländer Thomson in London Anspruch auf die Priorität der Erfindung. 1846 erhielt Faivre das Patent auf dieselbe Pumpe. Thomson behauptet, 1848 bei den Bristoler Wasserwerken die Differentialpumpen zuerst angewendet zu haben.

Eine derartige Pumpe, welche aber das Wasser nur aus dem Hauptsumpfe in einen Vorsumpf, also auf geringe Höhe zu schaffen hat, war auf der Grube Sulzbach-Altenwald in Gebrauch <sup>1)</sup>.

Andere Ausführungen ähnlicher Art sind in Ibbenbüren <sup>2)</sup> und am Schachte St. Elisabeth in Montceaux-les-mines gemacht, an letzterer Stelle werden 0,004 cbm Wasser in der Sekunde auf 40 m gehoben <sup>3)</sup>.

10. **Vereinigte Pumpensätze.** — Ein ferneres Mittel, um das Wasser nach Art der doppelt wirkenden Pumpen zum Abflusse zu bringen, ist die Vereinigung zweier oder dreier Pumpen, wie man dieselben bei unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen (Kap. 8) als Zwilings- und Drillingsmaschinen in Anwendung gebracht hat. Die Anordnung Fig. 567 zeigt z. B. zwei Pumpen mit je einem Saugventile  $uv$  und je einem Druckventile  $u'v'$ . Die Kolben sind dabei in einem vereinigt, können aber auch, wenn die Kraftmaschine zwischen ihnen liegt, getrennt sein.  $H$  ist die gemeinschaftliche Steigeröhre.

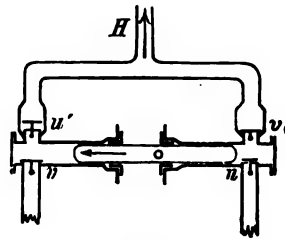


Fig. 567.  
Unterirdische doppelt wirkende  
Wasserhaltungsmaschine.

Ebenso können zwei gewöhnliche stehende Drucksätze in eine gemeinschaftliche Steigeröhre drücken.

11. **Perspektivpumpen von Althans und Rittinger.** — Die Perspektivpumpen sind von Althans erfunden und von Rittinger verbessert. Dieselben haben in ihrer ursprünglichen Anwendung als Rittingersätze kein besonderes Gestänge, sondern sind so eingerichtet, daß die mit einem hohlen Mönchskolben verbundene Steigeröhre gleichzeitig als Gestänge dient und daß sie sowohl beim Aufgange, als auch beim Niedergange des Kolbens ausgießen, also ebenfalls doppelt wirkend sind.

In Fig. 568 <sup>4)</sup> sind fest eingebaut: die Ausgüßröhre  $r$ , der Pumpenstiefel  $c$  und die Saugröhre  $S$  mit dem Saugventil  $v$ , dagegen beweglich: das Rohrgestänge  $R$  (auf Abendsterngrube bei Rosdzin [Oberschlesien] aus 9,3 m langen Stücken von 20 mm starkem Kesselbleche bestehend) und der hohle



Fig. 568. Rittingersatz.

1) Preuß. Zeitschr. 1874, Bd. 22, S. 179; 1875, Bd. 23, S. 67.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1866, Bd. 14, S. 301.

3) v. Hauer a. a. O. S. 284. — Burat, Cours d'expl. des mines. Paris 1876. Suppl. S. 78.

4) v. Hauer a. a. O. Fig. 513 u. 514.

Plunger  $P$  mit dem Hubventile  $d$ , welches in gewöhnlicher Weise in einem Ventilkasten  $b$  mit Tür eingeschlossen ist.

An der Gestängeröhre  $R$  greift nahe unter Tage ein mit der Kraftmaschine in Verbindung stehendes kurzes Gestänge  $gg'$  an, schiebt das erstere beim Aufgange über die Ausgußröhre  $r$  hinweg und taucht es beim Niedergange in den Pumpenstiefel  $c$  hinein. Die Dichtung erfolgt an beiden Röhren durch Stopfbüchsen. Die Ausgußröhre ist etwas länger, als der Kolbenhub, und hat den halben Querschnitt des Rohrgestänges.

Beim Aufgange saugt der hohle Plunger  $P$  das Wasser an, beim Niedergange schließt sich das Saugventil und das Wasser wird unter Anheben des Ventiles  $d$  in das Rohrgestänge gepreßt, um beim folgenden Aufgange, nachdem sich  $d$  geschlossen hat, gehoben zu werden. Das Ventil  $d$  vertritt also hier die Stelle des Scheibenkolbens bei den Differentialpumpen (9).

Obgleich hiernach also das Ansaugen nur beim Aufgange stattfindet, so muß doch bei beiden Kolbenwegen das Wasser ausfließen, weil in beiden Fällen der mit Wasser gefüllte Raum zwischen den Ventilen und der Ausgußröhre verkleinert wird.

**12. Rittingsätze mit Gestänge.** — Um die schwer dicht zu haltende, kostspielige Rohrverbindung zu umgehen, wendet man gegenwärtig Rittingsätze an, bei denen man die Ausgußröhre bis nahe auf den Plunger herabgehen und das Gestänge dicht über dem letzteren an einem kurzen Rohransatze angreifen läßt.

Damit ist allerdings das Gestänge wieder eingeführt, man hat aber immer noch den Vorteil einer engen und den Schachtraum wenig beschränkenden Steigeröhre, welche man auch mit einer Krümmung an einer solchen Stelle aufführen kann, wo sie am wenigsten im Wege ist, und außerdem gegenüber den Drucksätzen den Vorteil, daß das Wasser in der Steigeröhre in stetem Aufsteigen begriffen ist, besonders wenn man noch einen Windkessel einschaltet.

**13. Vorteile der doppelt wirkenden Pumpen<sup>1)</sup>.** — Die doppelt wirkenden Pumpen haben zunächst den Vorteil, daß ihre Steigeröhren bei gleicher Wasserlieferung nur einen halb so großen Querschnitt erfordern, als bei einfach wirkenden. Während ferner bei diesen das Wasser mit jedem Kolbenhube vollständig zur Ruhe kommt und vermöge seiner Schwere beim Anfange des Kolbenrückganges ein mitunter sehr heftiges Schlagen der Ventile veranlaßt (14), so haben doppelt wirkende Pumpen wegen des dauernden Auftriebes in der Steigeröhre einen ruhigeren Gang.

**14. Ventilkasten.** — Die Ventilkasten müssen besonders bei Druckpumpen wegen des plötzlich wechselnden Druckes beim Auf- und Niedergange, sowie wegen der dabei vorkommenden Stöße (hydraulischer Widder) stark gebaut werden.

Die Ursache der Stöße liegt darin, daß die Druckventile so lange

1) v. Hauer a. a. O. S. 281.

geschlossen bleiben, bis der zum Öffnen erforderliche Überdruck durch das Gestänge ausgeübt wird. Sodann öffnen sie sich augenblicklich, so daß die von oben und unten wirkenden Kräfte zusammenstoßen. Ebenso schließen sich die Druckventile, bevor die darüber stehende Wassersäule ihre beim Einwenden des Kolbens erlangte lebendige Kraft verloren hat.

Die ältere Form der Ventilkasten war eckig. Weil dieselben aber an verschiedenen Stellen ganz abweichende Stärke und Spannung hatten und deshalb häufig brachen, so bedient man sich jetzt mehr der abgerundeten Formen (Fig. 569)<sup>1)</sup>.

**15. Ventiltüren.** — Die Ventiltüren bestehen meistens aus gußeisernen Platten, welche mittels Schrauben und eingelegter Dichtung an einem Flansche des Ventilkastens befestigt werden. Weil aber damit der Nachteil verbunden ist, daß die Schrauben sowohl durch das feste Anziehen, als auch durch hydraulische Stöße und Wasserdruck zu leiden haben, so hat man die Ventilthüren auch wohl aus Eisenblech hergestellt und befestigt sie in derselben Weise durch einen Bügel mit Schraube an der inneren Wandung der Ventilkasten, wie die Mannlochdeckel bei Dampfkesseln<sup>2)</sup>.

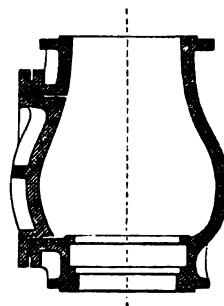


Fig. 569. Ventilkasten.

**16. Verlagerung der Pumpen.** — Die Verlagerung der Pumpen soll im allgemeinen vom Ausbaue des Schachtes unabhängig erfolgen. Besonders in gemauerten Schächten tritt der Übelstand ein, daß eingemauerte Träger durch die Erschütterungen der Pumpen u. s. w. gelockert werden.

Die Pumpen werden auf Träger oder Lager von Holz, Gußeisen, Schmiedeeisen oder Mauerwerk gestellt. Eine gewisse Biegsamkeit der Träger ist ohne Nachteil, wird sie aber zu groß, dann ist die Pumpe selbst stärkeren Erschütterungen ausgesetzt<sup>3)</sup>.

In direkter Weise sind gemauerte Fundamente im Andreasschachte bei Schemnitz, sowie bei den durch Wassersäulenmaschinen betriebenen Pumpen am Harz angewendet. Die Fundamente bestehen in diesen Fällen aus zwei Bogen, welche parallel den kurzen Stößen eingespannt und aus keilförmig bearbeiteten Quadersteinen hergestellt sind.

Die einfachste Form der hölzernen Pumpenlager für kleine Saugsätze besteht aus zwei, in den langen Schachtstößen mit Überschnittenem eingebühten Lagern, auf welche die Kolbenröhre aufgesetzt wird, während die Saugröhre und das Gestänge zwischen ihnen hindurchgehen. Gegen ein Aufheben schützt man den Satz durch Streben, welche von oben her angebracht werden.

1) v. Hauer a. a. O. Fig. 117. 2) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 339.

3) Ebenda 1859, Bd. 7A, S. 76. — v. Hauer a. a. O. S. 95 ff.

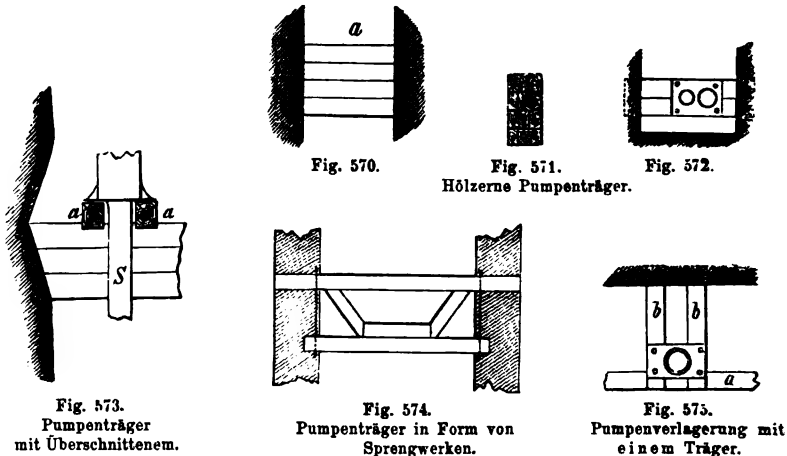
Die den Lagern durch das Überschnittene gegebene Keilform ist bei nicht sehr festem Gesteine zweckmäßiger, als die Balkenform, weil bei letzterer das Gewicht der Pumpen auf den Schachtausbau übertragen wird.

Für schwere Pumpen legt man mehrere Lager übereinander und verwendet sie trotz des eben genannten Bedenkens vielfach als Balken (Fig. 570 571 und 572)<sup>1)</sup>, oft aber auch mit Überschnittenem, wie in Fig. 573<sup>2)</sup>.

Das Lager besteht hier, wie immer, wenn die Saugröhre *S* nicht mit einer Krümmung, sondern senkrecht tiefer geführt wird, aus zwei Teilen, auf denen die kurzen Querlager *a* liegen. Auf den letzteren steht die Pumpe mit einer Grundplatte.

Lange und stark belastete Träger werden auch durch Sprengwerke gestützt, um an Material zu sparen (Fig. 574)<sup>3)</sup>.

Steht eine Pumpe nahe an einem der kurzen Schachtstöße, oder nahe an der Ausmauerung eines runden Schachtes, so legt man auf ein einfaches



Lager *a* (Fig. 575) das eine Ende zweier kurzer Querlager *b b*, während die andern Enden eingebüht oder mit dem Ausbau eingemauert werden.

Sehr zuverlässige Pumpenlager, bei denen man auch vom Schachtausbau unabhängig ist, sind die Keillager aus Eichenholz (Fig. 576)<sup>4)</sup>, welche in ausgestuften Widerlagern ruhen. Die letzteren müssen dem Setzen des Lagers Rechnung tragen und deshalb nach unten etwas verlängert sein. Die einzelnen Stücke, welche zu einem Gewölbe von 10 m Halbmesser zusammengesetzt sind, haben eine Breite von 74 cm und sind durch Schloßkeile verbunden. Die mittleren Keile, auf denen der für die Aufnahme einer Pumpe von beispielsweise 76 cm Plungerdurchmesser und 60 m Druckhöhe bestimmte Träger *b* ruht, ragt um 11 cm über, um Spielraum für die Senkung zu lassen.

1) v. Hauer a. a. O. S. 96.

2) Ebenda S. 99.

3) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 185.

4) Ebenda.

Auf dem neuen Tiefbauschachte zu Kloster Ösede bei Osnabrück (Ottoschacht) wurde an einer Stelle, wo eine Sprungkluft das Gestein (sandigen Schiefer) durchsetzte, das in Fig. 577 und 578 skizzierte Keillager angewendet, welches auf zwei gußeisernen Widerlagsplatten ruhte<sup>1)</sup>. In den Bühnlöchern wurde zunächst das wenig haltbare Gestein entfernt und durch Zementmauerwerk ersetzt, auf welchem die Platten mit Rippen

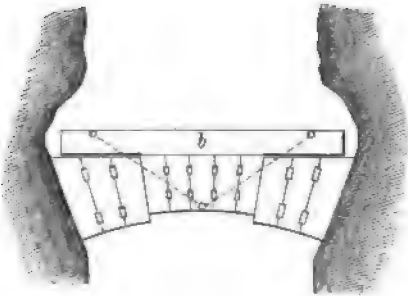


Fig. 576.  
Keillager.

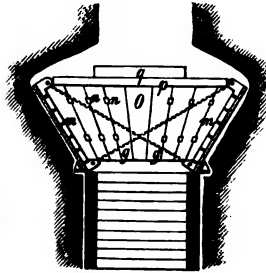


Fig. 577.  
Keillager im Ottoschachte bei Osnabrück.

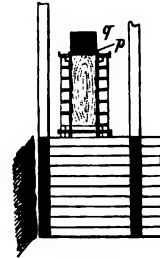


Fig. 578.

auflagen. Durch eine Spannvorrichtung mittels diagonaler Schienen *g* wurden die Platten befestigt, sodann mit Zement hintergossen und nunmehr mit dem Einbau der eichenen Keilstücke *m* von beiden Seiten her begonnen. Hierbei wurden, unter jedesmal angebrachter Verstrebung, eiserne Schloßkeile *n* und schließlich das Schlußstück *o* eingetrieben, nachdem die Spannvorrichtung entfernt war. Darauf wurde die Oberfläche des Keillagers abgeschlichtet und zunächst mit einem längeren Lagerstücke *p* überdeckt, über welches man als unmittelbare Unterlage für den Pumpensatz ein kürzeres Querlager *q* legte.

Gußeiserne Träger, nach dem Prinzip der Keillager hergestellt, sind im Leopoldschachte bei Schemnitz<sup>2)</sup> und auf Ver. Constantin der Große bei Bochum eingebaut. Sie bestehen aus hochkantig gestellten Gußeisenplatten *a* (Fig. 579 und 580), auf welchem die Pumpe durch Bolzen *b*

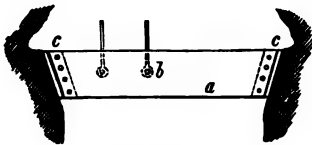


Fig. 579.

Gußeiserner Pumpenträger.



Fig. 580.

festgehalten wird, und zwei schrägen Widerlagsplatten *c*, welche mit vorspringenden Leisten zwischen die Platten *a* eingreifen.

1) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 155.

2) v. Hauer a. a. O. S. 100.

Schmiedeeiserne Träger werden am besten mit I-förmigem Querschnitte hergestellt. Bei den sehr schweren, 948 mm weiten Drucksätzen in Scharley (Oberschlesien) hat man Gitterträger angewendet.

In Fig. 581<sup>1)</sup> ist die Verlagerung zweier nebeneinander stehender Drucksätze im zweiten Scharleyer Tiefbauschachte dargestellt. Vier Träger *a*, deren Zusammensetzung aus Fig. 582 ersichtlich ist, sind parallel zum kurzen Schachtstöße gelegt und mit zwei Grundplatten überdeckt, auf denen die Drucksätze *b* stehen, *c* und *d* sind die zugehörigen Steigeröhren.

Die Enden der Träger ruhen in gußeisernen Kasten und sind in und über diesen mit Klinkerziegeln und Zement vermauert. Diese Mauerung, welche zugleich die Schachtstöße sichert, ruht auf Mauerbogen.

17. **Verlagerung der Steigeröhren.** — Die Steigeröhren werden in Entfernungen von 15 bis 20 m gestützt und zwar in der Regel in der Weise, daß man auf Einstrichen *a* zwei kurze, rund ausgeschnittene Querlager *b* (Fig. 583) mittels Schrauben befestigt und auf diese die Flanschen der Steigeröhren setzt.

Zwischen den Verlagerungen bringt man wohl in

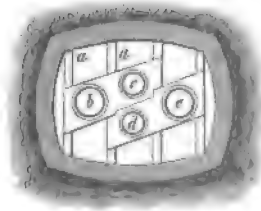


Fig. 581.

Schmiedeeiserne Pumpenträger.



Fig. 582.

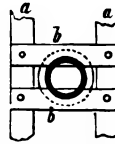


Fig. 583.

Verlagerung der Steigeröhren.

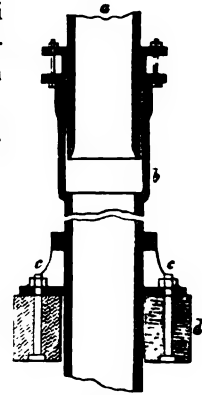


Fig. 584.

Kompensation.

Abständen von 20 bis 40 m Kompensationen<sup>2)</sup> an. Dieselben bestehen aus der nach oben fortsetzenden Steigeröhre *a* (Fig. 584), deren unteres Ende abgedreht ist und in eine Stopfbüchse eintaucht, welche am oberen Ende des von unten kommenden Rohrstückes *b* angebracht ist; *c* sind Lappen mit einer eisernen Platte, welche mit dem Lager *d* verschraubt ist.

Man erreicht damit den Vorteil, daß jede Verlagerung ein ganz bestimmtes Gewicht trägt, was ohne Kompensationen nur annähernd möglich ist. Ferner können sich die Röhren bei Temperaturveränderungen, sowie bei Anwendung von Keillagern verschieben. Auch die Hebung der Röhren zum Zwecke ihrer Auswechslung ist dadurch erleichtert.

18. **Anordnung der Drucksätze.** — Vor allem ist hervorzuheben, daß man in das Schachttiefste häufig keine Druckpumpe, sondern eine Hubpumpe stellt und über derselben erst die Druckpumpen beginnen läßt, weil bei

1. v. Hauer a. a. O. S. 100. — Preuß. Zeitschr. 1864, Bd. 12, S. 26.

2. v. Hauer a. a. O. S. 69.

den letzteren die Saughöhe meistens gering ist, die Ventile deshalb sehr tief liegen und bei Wasseraufgang leicht unzugänglich werden.

Diese Anordnung wird in Oberschlesien dadurch unnötig gemacht, daß man weite Steigeröhren anwendet, sodaß man die schadhaft gewordenen Ventile durch dieselben hindurch auswechseln kann.

Andernfalls hilft man sich, wie bei mancherlei andern Arbeiten unter Wasser, mit Tauchern<sup>1)</sup>.

Wenn es irgend geht, stellt man auch die Druckpumpen so auf, daß sie die Wasserzuflüsse der einzelnen Sohlen direkt aufnehmen, ohne daß dieselben tiefer zu fallen brauchen. Andererseits darf man aber die Drucksätze wegen dieser Rücksicht nicht zu niedrig machen, weil es, gewisse Grenzen vorausgesetzt, im allgemeinen besser ist, für ein und dieselbe Höhe eine größere, als zwei kleinere Pumpen anzulegen, denn man hat bei den letzteren mehr Kolben und Ventile zu unterhalten und braucht auch mehr Raum zur Aufstellung.

Gewöhnlich hebt ein Drucksatz dem andern zu, nur bei großen Wassermengen und wenn man rundlaufende Maschinen anwendet, welche mit doppelten Krummzapfen oder mit Kunstkreuzen arbeiten, bedient man sich wegen der gleichmäßigeren Belastung doppelter Gestänge und nebeneinander stehender Drucksätze, welche bisweilen in eine gemeinschaftliche Druckröhre arbeiten.

Die Pumpen gießen entweder in kleinere Schachtsümpfe oder in größere Sumpfstrecken aus. Bisweilen läßt man auch den oberen Satz direkt aus der Steigeröhre des unteren saugen. Die letztere ( $s_1$  in Fig. 585) verlängert sich nach oben um das Stück  $s_2$ , sodaß das Wasser von selbst in die Saugröhre  $S$  fällt und durch seinen Überdruck den Kolben beim Aufgange unterstützt.

Die Anordnung des Grundrisses richtet sich nach dem zu Gebote stehenden Raume und muß so gewählt werden, daß der letztere möglichst wenig beschränkt wird.

Auf Zeche Julius Philipp bei Bochum hat man zu diesem Zwecke Gestänge und Druckröhre hart am Schachtstoße niedergeführt und den für Plungerröhre und Ventilkasten nötigen Raum durch eine nischenartige Erweiterung des Schachtstoßes gewonnen.

**19. Einbau der Pumpen.** — Zum Einbau schwerer Pumpenteile bedient man sich eines Dampfkabels mit Vorgelege, welches über dem Schachte seine dauernde Aufstellung hat. Braucht man das Kabel für zwei

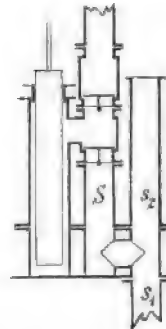


Fig. 585. Ansaugen des oberen Drucksatzes aus der Steigeröhre des unteren.

1) Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 235; 1878, Bd. 26, S. 377.



nebeneinander liegende Schächte, so stellt man es fahrbar her und bringt über den Schächten eine starke Schienenbahn an.

In engen Schächten ist die Anwendung eines Handkabels mit entsprechender Übersetzung vorzuziehen, weil man dabei ein Hängenbleiben der Pumpenteile sofort bemerkt und durch schnelles Straffziehen des Hängeseiles Unfälle verhüten kann.

**20. Einrichtung der Sumpfstrecken.** — Bei Mangel an genügender Maschinenreserve und nicht zu starken Wasserzuflüssen ist die Herstellung ausgedehnter Sumpfstrecken von Wichtigkeit. Dieselben bilden in diesem Falle Sammelräume, welche die Zugänge für eine dem Fassungsraum entsprechende Zeit aufnehmen können, sodaß bei kleineren Ausbesserungen der Pumpen nicht sofortiges Versaufen der Baue und Störung der Förderung eintritt. Dieses gilt sowohl für die Sumpfstrecken im Schachttiefsten, als auch für diejenigen, welche auf oberen Bausohlen angebracht sind. Im letzteren Falle kann man obere Sätze nach ihrer Ausschaltung lidern, während die unteren weiter arbeiten.

Womöglich legt man die Sumpfstrecken in unbauwürdige Flötze mit festem Nebengesteine, damit man bei tieferem Abbau das Wasser nicht hereinzieht. Mit dem Schachte verbindet man sie durch kurze Querschläge. Der Betrieb der Sumpfstrecken muß horizontal geführt werden, wenn man mit mehreren Schächten aus ihnen wältigen will.

Eine fernere Regel für den Betrieb der in einem und demselben Flötz aufgefahrenen Sumpfstrecken ist die, daß sie den Grundstrecken immer um etwa 100 m voraus sein sollen. Man erreicht dadurch, daß die Kohle nicht allein in der Grundstrecke, sondern auch in der ganzen Abbauhöhe bis zur nächst oberen Sohle vollständig abgetrocknet ist.

Geht der Schacht tiefer hinab, so muß die Mündung des Sumpfstreckenquerschlages im Schachte mit einem Damm verschlossen sein, damit sich die Sumpfstrecke selbst bis zur Firste mit Wasser füllen kann. Durch den Damm hindurch geht die Saugröhre des Pumpensatzes, sowie auch die Ausgußröhre der nächst unteren Pumpe.

Da man ferner jederzeit über den Wasserstand in der Sumpfstrecke unterrichtet sein muß, um danach den Gang der Pumpen regeln, besonders um bei Druckpumpen ein Ansaugen von Luft verhüten zu können, hat man vor dem Damm ein mit dem Wasser hinter demselben in Verbindung stehendes Standrohr und in diesem einen Schwimmer angebracht, welcher im Maschinenhause einen Zeiger auf- oder niederbewegt.

Auf Ernstschacht IV bei Eisleben hat man den Sumpfschwimmer durch ein Drahtseil von 3,5 mm Stärke derart mit der Steuerung der Wasserhaltungsmaschine verbunden, daß dieselbe zum sofortigen Stillstande gebracht wird, wenn der Wasserspiegel im Sumpfe nur um wenige Centimeter unter den tiefsten Stand sinkt<sup>1)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 101.

## 2. Kapitel.

## Pumpenröhren.

21. **Steigeröhren.** — Die Steigeröhren, bei Druckpumpen auch Druckröhren genannt, bestehen gewöhnlich aus Gußeisen, nur bei sehr hohen Sätzen aus Schmiedeeisen. Die Rohrstücke haben an beiden Enden Flantschen und werden nach eingelegter Dichtung zusammengeschraubt.

Unter den Flantschen befinden sich zur Verstärkung bisweilen Winkelstützen. Außerdem sind die Rohrstücke mit zwei Rippen versehen.

Schmiedeeiserne Röhren werden gewöhnlich durch Vernieten von Blechen, ebenso wie Dampfkessel, hergestellt, dürfen dann aber wegen des Einbringens der Nietbolzen und des notwendigen Verstemmens im Inneren der Röhren nicht unter 25 bis 30 cm Weite haben.

Gezogene und nach der Längsnaht geschweißte Röhren, wie sie in Staßfurt angewendet sind<sup>1)</sup>, haben einen sehr hohen Preis.

Im allgemeinen leiden schmiedeeiserne Röhren mehr durch saure Wasser und haben überhaupt geringere Dauer, sie bedürfen aber bei gleicher Haltbarkeit geringerer Stärke, haben deshalb weniger Gewicht, sind bequemer zu handhaben und deshalb in Westfalen und Saarbrücken vielfach in Anwendung.

Die Verbindung der gußeisernen Steigeröhren geschieht durch Flantschen.

Schmiedeeiserne Röhren werden in der Regel durch angenietete gußeiserne (Fig. 586), seltener durch schmiedeeiserne Flantschen verbunden, weil diese schwieriger herzustellen sind.

Als Material für die Dichtungen zwischen den Flantschen benutzt man Ringe von Blei, Kupfer und Kautschuck, sowie Hanf, Flanell und Rostkitt. Bei Anwendung von Bleiringen erhalten die Flantschen Vorsprünge, deren Breite der Rohrstärke entspricht. In die Flantschen sind 1 bis 2 mm weite Furchen eingedreht, welche sich beim Zusammenschrauben in das Blei einpressen. Die Dicke der Bleiringe beträgt 2 bis 4,5 mm.

Diese Dichtung ist eine der besseren und kann auch bei hohem Drucke angewendet werden.

Dasselbe gilt für Hanf und Flanell, welche um Eisenringe gewickelt und mit Steinkohlenteer oder Mennigekitt getränkt werden.

Wegen ihrer Elastizität hat diese Dichtung vor derjenigen mit Bleiringen den Vorzug, daß sie auch dann noch ihren Zweck erfüllt, wenn

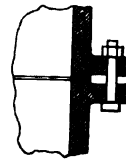


Fig. 586.  
Verbindung schmiedeeiserner  
Steigeröhren.

1) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 154.

die Röhren durch Wasserdruck oder sonstige Ursachen etwas auseinandergezogen werden und die Schrauben sich längen. Die Auflageflächen für den Hanf müssen abgedreht sein.

Für Röhren von größerem Durchmesser wendet man Ringe von vulkanisiertem Kautschuk mit eingelegten Leinwandstreifen an und legt sie, um das Herauspressen zu verhüten, in eine Vertiefung des einen Rohres, in welche eine Erhöhung des andern paßt.

**22. Kolbenröhren.** — Die Kolbenröhren (Gossen, Pumpenstiefel, Arbeitsrohr, Pumpzylinder) bestehen in der Regel aus Gußeisen, nur bei sehr sauren Wassern hat man in Königsgrube (Oberschlesien) eine Kolbenröhre aus Metall angewendet, welche aber sehr teuer ist.

Für Saug- und Hubpumpen sind die Kolbenröhren, um die Liderung des Kolbens zu schonen, ausgedreht. Die Länge ist nicht viel größer, als der Hub, weil sich an der nicht vom Kolben berührten Fläche Rost ansetzt, welcher das Herausziehen des Kolbens erschwert.

Bei Druckpumpen werden die Kolbenröhren nicht ausgebohrt, weil der Kolben die Wandung derselben nicht berührt. Man erreicht damit noch den weiteren Vorteil, daß man die harte Gußhaut belassen kann.

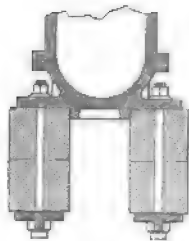


Fig. 587. Grundplatte.

Am unteren Ende der Kolbenröhre befindet sich eine angegossene Grund- oder Fundamentplatte, welche zugleich Ventilkasten und Steigeröhren stützt und mit ringförmigen Aufsätzen in die darauf stehenden Röhren eingreift. Nur bei sehr schweren Pumpen und geringem Hube ruht die Grundplatte ohne Schraubenbefestigung auf dem Pumpenlager.

Eine besondere Form der Grundplatte zeigt Fig. 587<sup>1)</sup>.

Am oberen Ende der Kolbenröhre ist zur Dichtung des Plungers eine Stopfbüchse angebracht, welche meistens mit Hanf, seltener mit Lederverpackung versehen ist. Der Hanf wird in Zöpfe geflochten, mit einem flüssigen Gemenge von Öl und Unschlitt getränkt, in den Napf der Stopfbüchse auf einen Messingring gelegt und durch Anziehen der Schrauben des Stopfbüchsendeckels zusammengepreßt. Durch Nachziehen der Schrauben wird mit fortschreitender Abnutzung die Dichtung erhalten, bis eine neue Verpackung notwendig wird.

**23. Saugröhren.** — Die Saugröhren bestehen nur bei kleinen Pumpen aus gebohrten Holzröhren, sonst aus Eisen, seltener (beim Abteufen) aus Zinkblech.

Die Saugröhren sollen so groß genommen werden, daß das Wasser dem Kolben, bei nicht mehr als 1 m Geschwindigkeit desselben, nachfolgen kann.

1) v. Hauer a. a. O. Fig. 140.

Die senkrechte Länge der Saugröhre, die Saughöhe, ist bei Saug- und Hubsätzen 4 bis 8 m, bei Druckpumpen geht sie auf 2 m herab. Mitunter läßt man sogar das Wasser mit Überdruck in die Plungerröhre treten (Fig. 585). Damit die Pumpen keine Späne oder sonstige Unreinigkeiten einsaugen können, versieht man die untere Öffnung der Saugröhre mit einem Drahtgeflechte oder mit einem gußeisernen, durchlochten Saugkorbe von zylindrischer, kugel- oder birnförmiger Gestalt. Die letztere ist besonders bei Abteufpumpen zweckmäßig, weil die Spitze der Birne auch in kleineren Vertiefungen Platz findet und deshalb die Schachtsohle am vollständigsten trocken gehalten werden kann.

Die Löcher im Saugkorbe müssen zusammen etwas mehr Querschnitt haben, als die Saugröhre, weil sich leicht einige Löcher verstopfen. Es ist jedoch sorgfältig darauf zu achten, daß das Verstopfen nicht bei zu vielen Löchern eintritt und daß die Pumpe nur aus geklärtem Wasser saugt. Die häufigen Brüche an den Ventilkästen sind wohl zum Teil dem Umstande zuzuschreiben, daß der Plunger beim Aufgange zu wenig Wasser ansaugen konnte, sodaß eine Luftverdünnung in der Plungerröhre eintrat. Der Niedergang erfolgt sodann mit beschleunigter Geschwindigkeit, der Kolben fällt mit einer derselben entsprechenden lebendigen Kraft in das Wasser hinein und wirkt mit derselben auf die Wände des unteren Ventilkastens.

#### 24. Schutz der Pumpenröhren gegen Zerstörung durch saure Wasser.

— Die innere Wandung eiserner Pumpenröhren muß gegen Zerstörung durch saure Wasser geschützt werden. In den Cornwaller Gruben versah man die Röhren zu diesem Zwecke mit einer Ausfütterung von 1,5 cm starken Dauben aus Nadelholz, welche in radialen Fugen zusammenstoßen. Die innere Wandung der Röhren und schließlich die Ausfütterung selbst erhielten einen Teeranstrich. In Oberschlesien<sup>1)</sup> und in Sachsen<sup>2)</sup> fütterte man die Kolbenröhre mit einem 1 cm starken Metallzylinder aus, ließ dahinter einen Spielraum von 0,5 cm, vergoß diesen mit Pech und an den beiden Enden auf 8 cm Länge mit Zinn, welches sorgfältig verstemmt wurde. Die einander zugekehrten Wände der Kolbenröhre und Ausfütterung sind rau, damit die Dichtung besser haftet.

In Huelgoat wurden die Röhren einzeln mit Leinölfirnis, welcher beim Kochen mit Bleiglätte vermischt war, gefüllt und mit einer Pumpe so lange nachgedrückt, bis die Poren ausschwitzten<sup>3)</sup>.

Das Überziehen der Röhren mit Emaille ist teuer und nützt nur bei sehr sorgfältiger Ausführung, weil sonst leicht einzelne Stellen abblättern.

Bernsteinlack hat sich auf Königsgrube in Oberschlesien nicht bewährt.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1847, S. 326. — v. Hauer a. a. O. S. 19.

2) Sächs. Bergwerkszeitung 1852, Jahrg. 1.

3) v. Hauer a. a. O. S. 85.

Am billigsten und nach den bisherigen Erfahrungen sehr zweckmäßig dürfte der zuerst von Engelhardt in Ibbenbüren<sup>1)</sup>, später auch auf Grube Heinitz bei Saarbrücken<sup>2)</sup> angewendete Überzug von Zement sein. Die Röhren werden dabei zunächst mit Sandstein blank geschleutert, sodann angefeuchtet und der dünn angemachte Zement mit einem Pinsel aufgetragen. Nachdem der erste Anstrich hart geworden ist, wird er ebenfalls befeuchtet und ein zweiter aufgetragen, was man 4 bis 5 Mal wiederholt. Die Arbeit darf weder bei großer Wärme noch bei Frost vorgenommen werden, am besten geschieht sie in Kellerräumen.

Schmiedeeiserne Röhren erhalten nach Erhitzung bis 200° einen Anstrich von Teer oder Mennige mit Leinöl<sup>3)</sup>.

### 3. Kapitel.

#### Kolben.

**25. Durchbrochene Kolben.** — Der Scheibenkolben besteht aus einem Cylinder von hartem Holze, welcher der Länge nach mehrfach durchbohrt und dessen Durchmesser 3 bis 10 mm geringer ist, als derjenige der Kolbenröhre. Durch die mittlere Öffnung geht die Spindel der Kolbenstange (Zugstange), welche unten mit einer Flügelmutter festgeschraubt wird, während ein Bund auf dem Kolben eine runde Lederscheibe festhält. Die letztere bildet die Liderung des Kolbens, d. h. sie dichtet beim Aufgange an der Wandung der Kolbenröhre ab und verschließt gleichzeitig die Öffnungen des Kolbens, sodaß das darauf stehende Wasser nicht zurückfließen kann. Beim Niedergange hebt sich die Scheibe und läßt das Wasser durch die Löcher hindurchtreten.

Die Scheibenkolben sind die ältesten und unvollkommensten, mit frischer Liderung leisten sie allerdings viel, greifen aber das Gestänge und auch die Kolbenröhre sehr an. Hat sich dagegen die Lederscheibe etwas abgearbeitet, so gehen die Kolben wohl leichter, lidern aber unvollkommen ab und werden deshalb kaum noch verwendet.

Sehr einfach in der Einrichtung sind die bei den Beutelpumpen 4 angewendeten Trichter- oder Beutelkolben<sup>4)</sup>. Aus Sohlleder schneidet man einen Sektor und näht denselben mit »Schusterdraht« in Pech getränkter Bindfaden) in Trichterform zusammen. Damit der Beutel

1) Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 205.

2) Ebenda 1876, Bd. 24, S. 154.

3) v. Hauer a. a. O. S. 46.

4) Ebenda S. 656.

an der Naht nicht dicker wird, sind die Kanten abgeschrägt. Der fertige Beutel wird über das untere Ende der Kolbenstange geschoben und mit Nägeln, Eisendraht u. s. w. befestigt.

Kolben mit Stulp- oder Sturzliderung werden für Hub- und Saugpumpen vorwiegend angewendet. Dieselben bestehen aus einem durchbrochenen eisernen oder hölzernen und mit Eisen beschlagenen Kolbenkörper, den Kolbenventilen und der Liderung.

Einen für Hubpumpen vielfach gebrauchten Kolben zeigen Fig. 588 und 589. Der eiserne Kolbenkörper *A* ist durch einen Steg *B* in zwei Abteilungen geteilt. Durch den Steg geht das Kolbenschwert *C* hindurch. Von unten wird über den Kolbenkörper der Stulp (Sturz, Manschette,

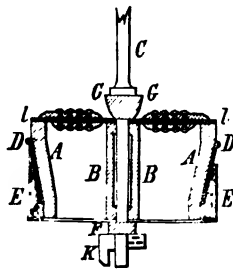


Fig. 588. (Schnitt nach a b.)

Kolben mit Stulppliderung.

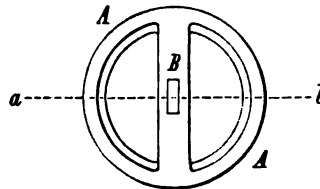


Fig. 589.

Mütze) *D* gezogen und mit dem Ringe *E* befestigt, welcher seinerseits durch den unter dem Kolben hindurchgehenden Steg *F* mit Hilfe des Keiles *K* gehalten wird.

Die obere Fläche des Kolbens ist mit einer runden Lederscheibe bedeckt, welche zwischen Eisenplatten liegt, sodaß damit zwei Klappen gebildet werden, welche sich beim Niedergange des Kolbens öffnen. Damit sich die Klappen nicht zu weit öffnen können, liegt auf dem Kolben und der Lederscheibe, dieselbe in zwei Hälften teilend, der obere, unten abgerundete Steg *G*.

Der Stulp oder Sturz besteht aus Sohlleder, Guttapercha oder Kautschuk. Derselbe wird beim Aufgange vom Wasserdrucke an die Rohrwandung gepreßt und lidert dadurch ab.

Leder wird am meisten verwendet. Guttapercha<sup>1)</sup> ist teuer und wird leicht hart, soll sich aber nach Erfahrungen auf der Braunkohlen-grube Löderburg (Provinz Sachsen) in sandigem Wasser gut bewähren<sup>2)</sup>. Vulkanisierter Kautschuk ist ebenfalls teuer, wurde aber in Österreich empfohlen<sup>3)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 153. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1876, Nr. 2, S. 20.

2) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 153.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1868, S. 234.

Die größeren Stulpe werden, nachdem sie in die richtige Form gepreßt sind, entweder zusammengenäht, oder durch Holzpflocke verbunden. Das letztere soll sich besonders bei sandigem Wasser bewährt haben<sup>1)</sup>.

Ring- oder Rinnenliderung<sup>2)</sup> wird sowohl für Ventilkolben als auch für massive Kolben angewendet. Fig. 590 zeigt einen solchen Ventilkolben. Die um denselben gelegte Liderung wird durch die schmiedeeisernen Ringe *r* und *s* mit Hilfe des in Fig. 588 bezeichneten Steges *F*, sowie des Keiles *K* zusammengepreßt und besteht aus Leder, Hanf, Leinwand, Filz, Holz, oder federnden Ringen aus Rotguß, Gußstahl u. s. w.

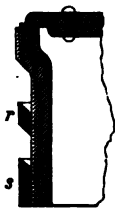


Fig. 590.  
Kolben mit Ringliderung.

Bei Anwendung von Leder ist die Abnutzung geringer, als bei Stulpliderung, weil dasselbe sich mit der Schnittfläche reibt. Man muß jedoch dafür sorgen, daß über und hinter dem Lederringe etwas Spielraum bleibt. In diesem

Falle kann das Wasser hinter die Liderung treten

und dieselbe ausdehnen, sodaß nicht allein Abdichtung, sondern auch eine vollständige Ausnutzung der Liderung erzielt wird.

**26. Massive Kolben.** — Die bei Schachtpumpen selten vorkommenden massiven Scheibenkolben werden mit Leder, Hanf, Gummi- oder Metallringen gelidert und zwar in derselben Weise wie Ventilkolben.

Die Plungerkolben werden für größere Druckpumpen in der Regel aus Gußeisen angefertigt, nur bei sehr saurem Wasser hat man sie, wie auf Königsgrube (Oberschlesien) und im Rammelsberge bei Goslar, aus Kupferlegierung hergestellt. Auch hat man vorgeschlagen, in solchem Falle einen abgehobelten Stamm von Eichenholz zu verwenden.

Bei mehr als 10 cm Durchmesser wird der Plunger hohl angefertigt und glatt abgedreht. Am unteren Ende ist er geschlossen, entweder schon beim Gusse, oder durch eine Schraube, oder endlich durch einen Einsatz, welcher mit Holzbrettern und Keilen gedichtet ist.

Im ersteren Falle ist der Plunger am unteren Ende gewöhnlich rund, um den Stoß beim Eintritte in das Wasser zu mildern, seltener kegelförmig.

1) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 266.

2) Preuß. Zeitschr. 1864, Bd. 12, S. 7. — v. Hauer a. a. O. S. 109. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1853, S. 415. — Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 205; 1877, Bd. 25, S. 231 u. 232.

## 4. Kapitel.

Ventile <sup>1)</sup>.

**27. Allgemeines.** — Die Ventile, welche zum Abschlusse und zur Verdichtung der Saug- und Druck- oder Steigeröhren dienen und dem entsprechend Saugventile bzw. Druck- und Hubventile genannt werden, sind: Klappen-, Teller, Kegel-, Kugelventile, mehrsitzige Ventile u. s. w.

Für die Bauart eines Ventiles gelten folgende allgemeine Grundsätze <sup>2)</sup>:

1) Dasselbe soll dicht schließen, die Fläche der Unterlage muß daher glatt bearbeitet sein und wird meist an einem besonderen Teile, dem Ventilkörper, angebracht, welcher zur Vornahme etwaiger Reparaturen leicht ausgewechselt werden kann.

2) Das Ventil soll leicht aufgehen und muß zu dem Zwecke eine möglichst kleine Aufschlagfläche haben. Wegen der letzteren ist die obere Ventilfläche grösser als die untere, mithin braucht man — einen vollkommen hermetischen Verschuß vorausgesetzt — für die Quadrateinheit der unteren Fläche eine der Differenz der Quadrateinheiten beider Flächen entsprechende größere Kraft, um das Ventil zu heben. Ist der nach unten wirkende Widerstand überwunden, dann begegnen sich beide Kräfte mit einem Stöße, welcher möglichst zu vermeiden ist.

3) Das Ventil soll den Wasserstrom ohne Verengung, Teilung und Richtungsveränderung hindurchgehen lassen.

4) Das Ventil soll sich rasch schließen. Da dieses die Folge von dem in den Hubpausen eintretenden Zurückfallen des Wassers ist, so nimmt das letztere eine gewisse Beschleunigung an, und entweicht zum Teil durch das Ventil (Ventilverlust). Schließt sich nun endlich das letztere, was bei zu großem Ventilaufgange immer mit heftigem Schlagen verbunden ist, so entsteht wiederum ein Stoß, welcher um so stärker ausfällt, je größer die Beschleunigung des niederfallenden Wassers war. Diese Übelstände sind zu vermeiden, wenn das Ventil bei genügend großem Durchgange für das Wasser (derselbe darf nicht kleiner, als der Querschnitt der angrenzenden Saug- oder Steigeröhren sein) sich möglichst wenig hebt.

5) Das Ventil soll behufs Ausführung von Reparaturen leicht zugänglich sein.

Die Bedingungen 2) und 4) werden erfüllt, wenn die Ventile zwar ein hohes spezifisches, aber ein geringes absolutes Gewicht haben <sup>3)</sup>.

1) Neuere Konstruktion von Pumpenventilen in Österr. Zeitschr. 1887, S. 32.

2) v. Hauer a. a. O. S. 15.

3) Vergl. O. Hoppe in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, S. 419; 1894, S. 21, 81, 123, 191. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1881, Bd. XXV, S. 1213; 1889, Bd. XXXIII, S. 241 u. 1179; 1891, Bd. XXXV, S. 1213.



28. **Die verschiedenen Ventilarten.** — Bei den Kegelventilen bildet eine Scheibe *A* (Fig. 591) nach unten einen abgestumpften Kegel und trifft mit ihrer Mantelfläche auf eine ebenso geformte Fläche des Ringes *C*, welcher den Ventilsitz bildet. Unter der Scheibe befinden sich bei kleineren Pumpen drei, bei größeren vier Flügel *B* (Fig. 591 und 592), welche als Führung dienen. Der auf der Scheibe sitzende Ansatz *D* trifft beim Aufgange gegen irgend eine Vorrichtung, wodurch die Hubbegrenzung

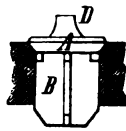


Fig. 591.



Fig. 592.

Kegelventile.



Fig. 593.



Fig. 594.



Fig. 595.

Hubbegrenzung der Kegelventile.

erreicht wird. Der dadurch entstehende ringförmige Raum muß so groß sein, als der Querschnitt des Ventilsitzes *C*.

Andere Führungen und Hubbegrenzungen zeigen Fig. 593, 594 und 595.

Bei unreinem Wasser sind Kegelventile ihres breiten Sitzes wegen nicht zweckmäßig, weil sich auf diesem die Unreinigkeiten auflegen und die Dichtung verhindern. Man hat deshalb für solche Fälle sogenannte

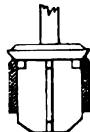


Fig. 596.

Muschelventil.

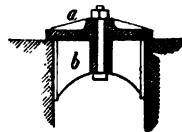


Fig. 597.

Tellerventil.

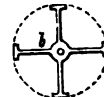


Fig. 598.

Muschelventile angefertigt (Fig. 596), welche sich nur auf eine scharfe Kante des Ventilsitzes auflegen.

Die Tellerventile (Fig. 597 und 598) haben eine gerade Aufschlagfläche und sind in Österreich viel in Gebrauch<sup>1)</sup>. Sie bestehen aus einer Lederscheibe, welche zwischen der Gußeisenplatte *a* und dem meist messingenen Führungsstücke *b*, dessen untere Ansicht Fig. 598 darstellt, eingeklemmt ist.

Die Tellerventile haben mit den Kegelventilen den Vorteil gemeinsam, daß ein reparaturbedürftiger Teil, das Gelenk der Klappenventile, wegfällt, dagegen lenken sie den Wasserstrom mehr ab und eignen sich

1) v. Hauer a. a. O. S. 30.

wegen der nötigen Hubbegrenzung nicht zum Herausziehen durch die Steigeröhren.

Kugelventile sind, abgesehen von unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen, bei Bergwerkspumpen wenig in Gebrauch. Das Ventil *A* (Fig. 599) besteht aus einer genau abgedrehten Metallkugel, oder aus einer mit Gummi umhüllten Bleikugel. Das zur Führung dienende Gehäuse *B* ist für den Wasserdurchgang durchbrochen und oben mit einem Deckel verschlossen, welcher zur Hubbegrenzung dient.

Das Material für die Klappenventile ist Leder, Metall, Guttapercha oder Gummi.

Lederklappen sind von jedem Arbeiter zu reparieren, auch in saurem, schlammigem und salzigem Wasser brauchbar und am billigsten.

Klappen aus Gummi empfehlen sich ihrer Elastizität wegen besonders für schlammiges und sandiges Wasser, weil sie, selbst wenn Unreinigkeiten auf dem Ventilsitze liegen, noch dicht schließen.

Für größere Pumpen sind zweiklappige Ventile von der in den Fig. 600, 601 und 602 ersichtlichen Form in Gebrauch. Der gußeiserne Ventilkörper *A* befindet sich mit einer Dichtung im Ventilgehäuse *M* und ist

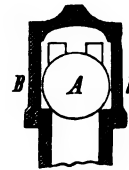


Fig. 599.  
Kugelventil.



Fig. 600.

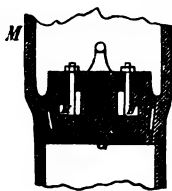


Fig. 601.  
Klappenventil für größere Pumpen.

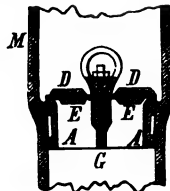


Fig. 602.

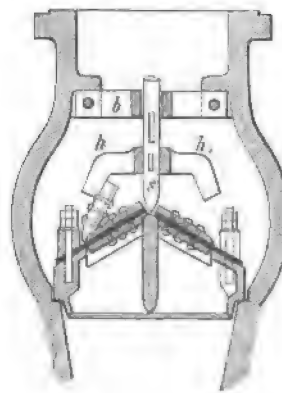


Fig. 603.  
Dachförmiges Ventil mit zwei Klappen.

durch den Steg *G* in zwei Abteilungen geteilt. Auf dem Ventilkörper liegt eine runde Lederscheibe, welche auf jeder Seite der Brücke *K* zwischen je zwei Eisenplatten *D* und *E* eingeschlossen ist. Zur Befestigung der Brücke *K*, welche gleichzeitig die Hubbegrenzung bildet, dienen die Hakenschrauben *H*.

Weil bei diesen Ventilen der Wasserstrom sich teilen muß und abgelenkt wird, so hat man in Westfalen vielfach die in Fig. 603 dargestellte Einrichtung angewendet, bei welcher die Klappen schräg liegen und ihre Drehachse an der Peripherie haben.

Damit der Ventilkörper nicht gehoben werden kann, steht auf dem Mittelstege desselben die Spindel *s*. Dieselbe geht oben durch eine im Ventilkasten befestigte Brücke *b* und trägt zur Hubbegrenzung die beiden Hörner *h* und *h'*.

Zum Zwecke der Auswechslung des Ventiles muß diese Befestigung nach Öffnung des Ventilkastens gelöst werden, weshalb auch hier ein Herausziehen des Ventiles aus der Steigeröhre nicht möglich ist.

Bei sehr großen Pumpen hat man bis zu sechs Klappen angewendet. Dabei bildet der Ventilsitz eine abgestumpfte sechseckige Pyramide mit entsprechenden Teilungsrippen, auf deren Oberfläche die Drehungsachsen für die Ventile angebracht sind. Da aber mit der Zahl der Ventile auch

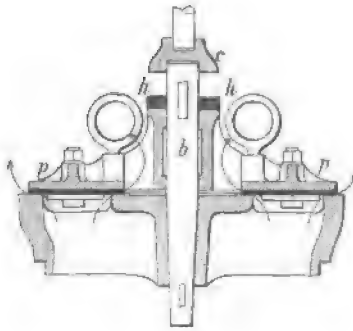


Fig. 604.  
Doppelsitzventil von Thomaczek.

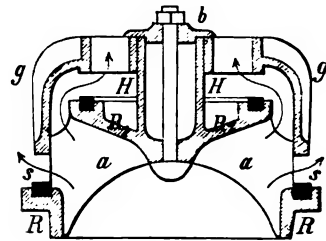


Fig. 605.  
Glockenventil.

die Reparaturen zunehmen, so sind derartige Ventile unzuweckmäßig und besser durch mehrsitzige zu ersetzen.

Bei Doppelsitzventilen<sup>1)</sup> findet das Durchströmen des Wassers an zwei Stellen statt, sie erfordern deshalb eine geringe Hubhöhe, schließen sich rasch und vermindern dadurch die Stöße. Dagegen haben sie ein größeres Gewicht und sind teurer als Klappenventile.

Man wendet sie am zweckmäßigsten bei schnell gehenden rundlaufenden Maschinen an, weil bei ihnen rasches Öffnen und Schließen besonders vorteilhaft ist und das Schwungrad die zum Öffnen des Ventiles erforderliche Supplementarkraft ausübt. Fig. 604 zeigt ein von Thomaczek hergestelltes Doppelsitzventil<sup>2)</sup>.

1) v. Hauer a. a. O. S. 32.

2) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 145.

Die Ventilplatte  $p$  ist unten mit Leder bedeckt, welches durch 12 kupferne Schraubenbolzen mit messingenen Muttern festgehalten wird.

Mit der Platte  $p$  steht durch Rippen die Hülse  $h$  in Verbindung, welche sich an der Spindel  $b$  führt und bei  $c$  eine Hubbegrenzung findet. Nach dem Anheben des Ventiles tritt das Wasser in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung hindurch.

Gebräuchlicher, als diese im Prinzip einfachen Ventile, sind die Hauben- oder Glockenventile<sup>1)</sup>. In Fig. 605 sind  $R$  und  $R_1$  feststehende ringförmige Ventilkörper, welche man durch Rippen  $a$  verbunden hat. In beiden sind Spuren eingedreht, welche mit Ringen  $s$  von Pockholz, aufrechtstehenden Lederstreifen und dergl. ausgefüllt sind. Die letzteren bilden die Sitze oder Aufschlagflächen einer Glocke  $g$ , welche sich im unteren Teile an den Rippen  $a$ , im oberen an der Hülse  $H$  führt und bei  $b$  eine Hubbegrenzung findet. Das Wasser nimmt die durch die Pfeile angedeuteten Wege.

Glockenventile haben vor den einfachen Doppelsitzventilen die Vorteile, daß die Differenz zwischen oberer und unterer Ventilfläche nicht größer als bei einfachen Ventilen ist und daß sie eine bessere Führung haben, sie sind aber anderseits weniger einfach und, da sie gewöhnlich aus Metall bestehen, teurer als jene. In Westfalen hat man außerdem die Erfahrung gemacht, daß sie bei unreinem Wasser ungenügend schließen und sich rascher abnutzen, als Lederklappen, dabei aber bei einer 47 cm weiten Pumpe der Zeche Concordia 1044  $\mathcal{M}$  kosteten,

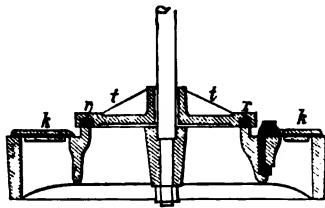


Fig. 606.  
Kombiniertes Klappen- und Tellerventil.

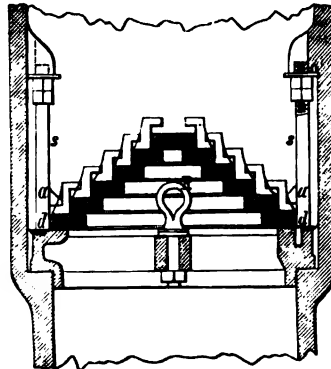


Fig. 607.  
Etagenförmiges Ringventil.

während der Preis für ein zweiklappiges Ventil nur 153  $\mathcal{M}$  betragen würde<sup>2)</sup>.

Am Schmidtschachte in Scharley wurde bei großen Pumpen die durch Fig. 606 dargestellte Vereinigung von Klappen- und Tellerventilen

1) v. Hauer a. a. O. S. 35. — Preuß. Zeitschr. 1864, Bd. 12, S. 20; 1875, Bd. 23, S. 64, 65; 1876, Bd. 24, S. 153.

2) Serlo a. a. O. 1884. II. S. 572.

tilen<sup>1)</sup> in Anwendung gebracht<sup>2)</sup>. Die Mitte des Ventilsitzes deckt ein Tellerventil  $t$ , welches einen Dichtungsring  $r$  von Guttapercha hat. Am Rande liegen sechs Klappen  $k$ , deren Befestigungsweise an der rechten Seite der Figur angedeutet ist.

Pyramiden- oder Etagenventile<sup>3)</sup> werden in sehr verschiedener Weise hergestellt und bestehen aus mehreren übereinander liegenden Ringen, deren oberster mit einem Deckel verschlossen ist.

Ein solches von Hoffmann<sup>4)</sup> ausgeführtes etagenförmiges Ringventil zeigt Fig. 607.

Die Ringe desselben bestehen aus Schmiedeeisen und sind unten mit Leder bekleidet. Jeder derselben erhält seine Führung und Hubbegrenzung durch je vier, am nächst unteren Ringe befestigte Haken, von denen drei angenietet sind, während einer festgeschraubt ist, um das Auswechseln der Ringe zu erleichtern. Der unterste derselben stößt gegen Vorsprünge  $a$ , welche an den vier Stangen  $s$  angebracht sind. Damit das Ausheben des Ventiles, welches am Ringe  $R$  geschieht, nicht durch Ansammlung von Sand und Schlamm erschwert werde, ist noch die Dichtung  $d$  angebracht, welche gleichfalls durch die Stangen  $s$  niedergehalten wird.

Nach v. Hauer<sup>5)</sup> erforderte ein solches Ventil von 0,785 m Durchmesser erst nach einer Betriebsdauer von 58 Wochen neues Leder, das Metall zeigte sich wenig abgenutzt.

Auch bei den Pumpen unterirdischer Wasserhaltungsmaschinen, also für kleine Durchmesser, wendet man die Etagenringventile mit Vorteil an, weil dabei die Pumpe einen ruhigen Gang hat und sehr regelmäßig ausgießt, sodaß diese Ventile bei rasch gehenden Pumpen den Glockenventilen vorzuziehen sein dürften, um so mehr, als sie billiger sind.

Um die rasche Zerstörung gußeiserner Etagen- (Ring-) Ventile durch saure Wasser zu vermeiden, hat man nach dem Vorschlage des Geh. Bergrat Schollmeyer bei der Gewerkschaft Gottessegen in Westfalen derartige Ventile aus Hartblei angewendet. Dieselben haben einen Druck von 40 cm Wassersäule längere Zeit ausgehalten, ohne sich zu verbiegen, und hat man sie deshalb auch in einen 100 m hohen Drucksatz versuchsweise eingebaut. Der Durchmesser der Ventile beträgt 32 bezw. 45 cm. Der Preis für das kleinere Ventil stellte sich auf 45,90  $\mathcal{M}$ , für das Drucksatzventil (143 kg à 0,68  $\mathcal{M}$ ) auf 97,24  $\mathcal{M}$ . Von Gußeisen würde das letztere allerdings nur 60  $\mathcal{M}$  gekostet haben, wobei indes zu berücksichtigen ist, daß der Wert des Bleies derselbe bleibt, während das Eisen,

1) v. Hauer a. a. O. S. 39.

2) Preuß. Zeitschr. 1864, Bd. 12, S. 18.

3) v. Hauer a. a. O. S. 39. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. 30, S. 395.

4) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 15, S. 134.

5) a. a. O. S. 12.

abgesehen von der schnellen Zerstörung (nach 8 bis 10 Tagen) als altes Material nur geringen Wert hat.

Dr. Karl Ochsenius in Marburg hat in Chile mit Erfolg die sauren Wasser dadurch unschädlich gemacht, daß er dieselben über Alteisen, am besten über Drehspäne, laufen ließ. Das entstandene Ferrisulfat war dem Gebrauche des Wassers zur Kesselspeisung nicht hinderlich.

Bei einem, von der Eisenhütte Prinz Rudolph in Dülmen (Westfalen) hergestellten Pyramidenventile (Fig. 608), welches sich besonders bei schnellem Pumpengange und hohem Wasserdrucke auf mehreren Westfälischen und Saarbrücker Gruben sehr gut bewährt hat, sind in die Aufschlagflächen Gummischnüre eingelassen<sup>1)</sup>.

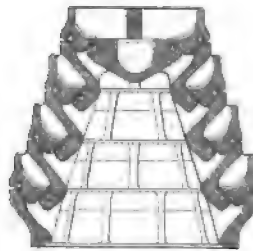


Fig. 608.  
Pyramidenventil der Eisenhütte  
Prinz Rudolph in Dülmen.

## 5. Kapitel.

### Gestänge.

29. **Allgemeines.** — Gestänge sind diejenigen Vorrichtungen, mit denen die Bewegung der Kraftmaschine auf die Pumpe übertragen wird. Gewöhnlich ist diese Übertragung eine steife und erfordert Führungen zur Innehaltung der geradlinigen Bewegung, sowie Fangvorrichtungen, welche bei Gestängebrüchen wirken sollen, und endlich Vorrichtungen zur Begrenzung des Hubes.

In die vorstehende Erklärung der Gestänge paßt aber auch die Übertragung durch Wasser (hydraulische Gestänge), Luft und Drahtseile.

Für steife Gestänge verwendet man Holz, Schmiedeeisen und Stahl. Die Bewegungsrichtung derselben ist vertikal, tonnläufig und horizontal.

Die Gestänge sollen womöglich nur durch Zug nach einer oder beiden Richtungen in Anspruch genommen werden, weil abwechselndes Ziehen und Drücken sehr schädlich auf die Verbindungsstellen einwirkt.

Da die Gestänge auch ihr Eigengewicht zu tragen haben, so müssen sie oben stärker sein, als unten. Bei Druckpumpen sollen die Gestänge genügendes Gewicht besitzen, um sich entweder mit Hilfe dieses Gewichtes

1) Preuß. Zeitschr. 1888, Bd. 36, S. 232.

allein oder mit Nachhilfe der Kraftmaschine abwärts zu bewegen und das Wasser hoch zu drücken. Daraus ergibt sich meistens ein für die absolute Festigkeit zu großer Querschnitt.

Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man dem Gestänge nur den für absolute Festigkeit genügenden Querschnitt gibt und das erforderliche Druckgewicht (»Supplementargewicht«) auf den Plunger packt.

**30. Holzgestänge.** — Bei kleineren Pumpen hat man meistens Gestänge aus Tannenholz, bei größeren im oberen Schachtteile Eichenholz, wenn ein rasches Faulen zu befürchten ist.

Die Stangen sollen aus gesundem, geradfaserigem und astfreiem Holze bestehen; sie erhalten Längen von 10 bis 18 m bei Tannenholz, und von 6 bis 10 m bei Eichenholz.

Bei schweren Pumpen werden quadratische Stangen angewendet, welche entweder durch gezahnte Überblattung, oder mit einfachem Stoße, in beiden



Fig. 609. Gestängeschloß mit schräger Verzahnung.

Fällen aber mit hölzernen oder eisernen Laschen, sowie mit Schrauben verbunden werden. Die gezahnte Überblattung war früher allgemein verbreitet<sup>1)</sup>. Werden aber bei Druckpumpen des Gewichtes wegen durchgehende Laschen in der Breite des Gestänges angewendet, welche an und für sich schon genügende absolute Festigkeit haben, dann ist eine Verzahnung unnötig.

Ein Gestängeschloß mit schräger Verzahnung zeigt Fig. 609. Der Schloßkeil *k* soll der Verbindung die nötige Steifigkeit geben und einer Lockerung der Verbindung vorbeugen, er darf aber nicht zu stark getrieben werden, damit er das Holz nicht absprengt.

Da jedoch eine derartige schräge Verzahnung die Festigkeit der Verbindung in keiner Weise erhöht, so wendet man vorwiegend Gestängeschlösser mit geradem Stoße und eisernen Laschen auf allen vier Seiten an. Die Schrauben je zweier Laschen müssen sich in gleichen Abständen überkreuzen und diejenigen derselben Reihe dürfen nicht senkrecht untereinander liegen, um das Holz nicht zu spalten. Auch legt man die Schraubenköpfe abwechselnd auf die eine und die andere Seite, weil die Laschen gleichmäßiger angepreßt werden.

Der Querschnitt der Stangen ist immer quadratisch, weil dabei die runde Form der Holzstämme am besten ausgenutzt wird.

Besteht ein Gestänge aus doppelten Kunststangen, so werden diese entweder verzahnt (verkämmt), oder sie erhalten lediglich Schloßkeile, und beide außerdem Laschen und Schrauben, oder die Verbin-

1) v. Hauer a. a. O. S. 187.

dung geschieht ebenso, wie bei einfachen Stangen mit geradem Stoße, wobei jedoch zu unterscheiden ist, ob die Stöße beider Stangen nebeneinander liegen, oder, was zweckmäßiger erscheint, ob sie auf der Mitte der Nachbarstange wechseln. Die letztere Einrichtung hat das Gestänge der Grube Zollverein in Westfalen<sup>1)</sup>.

An dieser Stelle sind auch die Kettengestänge zu erwähnen, welche abwechselnd aus einer und zwei Kunststangen bestehen.

Bei der Kleyschen Maschine am Altenberge<sup>2)</sup> sind die Zwischenräume mit Holz ausgefüllt, sodaß der Querschnitt drei nebeneinander liegende Hölzer zeigt.

Endlich gibt es noch ein Gestängeschloß für einfache Stangen mit hölzernen Laschen, welches man da anwenden kann, wo das Holzgestänge eines Drucksatzes schon genügendes Übergewicht besitzt. Die Stangenenden stoßen stumpf zusammen und über den Wechsel sind zwei hölzerne Laschen gelegt (Fig. 610), welche aber in der Regel nicht mit durchgesteckten Schrauben, sondern in der durch Fig. 611 dargestellten Weise verbunden werden<sup>3)</sup>.

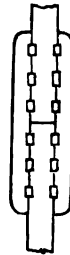


Fig. 610.

Gestängeschloß mit hölzernen Laschen.



Fig. 611.

Bei der gemischten Bauart von Holz und Eisen, bei welcher die breiten Decklaschen auf zwei Seiten die ganze Länge des Gestänges überdecken, werden beide Materialien, lediglich um das nötige Übergewicht zu bekommen, so stark gewählt, daß jedes für sich allein genügende Haltbarkeit besitzt. Man ist deshalb jetzt mehr zu den ganz eisernen Gestängen übergegangen, welche in den Verbindungen der einzelnen Teile zuverlässiger sind.

**31. Geradföhrung der Holzgestänge.** — Die Geradföhrung der Holzgestänge geschieht in tonnlägigen Schächten am besten durch eiserne Rollen und zwar durch Tragerollen, welche unter, und Wehrrollen, welche neben dem Gestänge angebracht sind und das Gestänge vom Schachtstoße abzuwehren haben.

In beiden Fällen ist das Gestänge zur Schonung mit Gleitschienen aus hartem Holze versehen, welche nach erfolgter Abnutzung ausgewechselt werden.

In seigeren Schächten und bei quadratischem Gestänge geschieht die Föhrung durch hölzerne Rahmen (Lehrlager), welche, wie die Pumpenträger, aus zwei kurzen Querlagern bestehen (Fig. 612 und 613). In runden, gemauerten Schächten findet man auch häufig die Föhrung

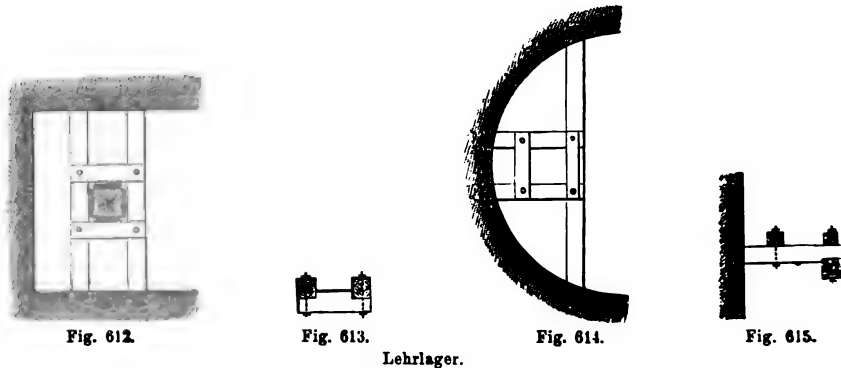
1) Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 192, Taf. VIII.

2) v. Hauer a. a. O. S. 199.

3) Ebenda, S. 187.

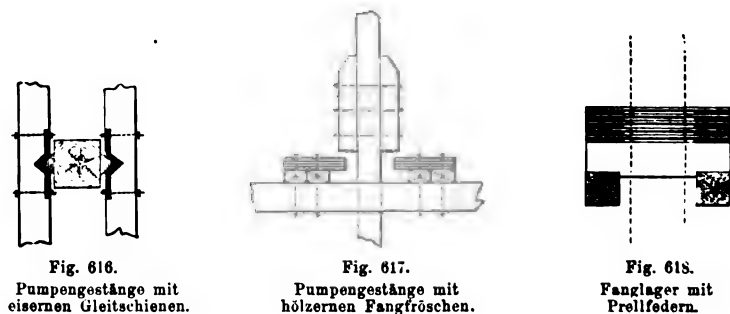


Fig. 614 und 615, bei welcher nur ein Längslager angebracht ist. Auch in diesen Fällen sind die Gestänge durch hölzerne Gleitschienen geschützt.



Um die rasche Abnutzung der letzteren zu vermeiden, wendet man Schmiere und auch eiserne Gleitschienen an, denen man zweckmäßig eine dreieckige Form gibt (Fig. 616), während in den Führungslagern entsprechend geformte Legeisen angebracht sind.

32. Fangvorrichtungen<sup>1)</sup> und Fanglager. — Um ein abgerissenes Gestänge aufzufangen, bringt man in gewissen Entfernungen (60 bis 80 m) Fangvorrichtungen an den Holzgestängen an, welche sich auf Fanglager stützen. Die ersteren sind entweder Fangfrösche oder Fangketten.



Fangfrösche sind Holzklötze, welche auf beiden Seiten eines hölzernen Gestänges in der durch Fig. 617 dargestellten Weise angebracht werden.

Die Fanglager sind entweder so gebaut, wie die Führungslager, und haben nur entsprechend größere Stärke, oder sie sind, um den Stoß beim Fangen zu mildern, mit Prellfedern versehen (Fig. 617 und 618). Die

1) Sprenger in Berg- u. H.-Zeitg. 1888, S. 215 ff.

letzteren sind Bretter von 2 bis 3 cm Stärke mit Zwischenstücken an den Enden. Sie werden nacheinander zerbrochen, wodurch die lebendige Kraft des fallenden Gestänges allmählich vermindert wird.

Ferner hat man elastische Körper (alte Hanfseile, Kork u. s. w.) auf die Fanglanger gelegt, oder Gummipuffer angebracht, wie auf Elisabethgrube bei Miechowitz (Oberschlesien)<sup>1)</sup>.

Die Fangketten sind bei älteren Künsten so angebracht, daß jede derselben mit einem Ende eines starken Wagebalkens in Verbindung steht. Da aber die Länge des letzteren größer ist, als die Entfernung der Gestänge, so werden diese in der Nähe des Wagebalkens zu sehr auseinandergezogen. Deshalb wendet man in neuerer Zeit mehr die auch bei den Fahrkünsten erwähnten Fangscheiben an, deren Durchmesser der Entfernung der Gestänge entspricht und über welche die Ketten gelegt werden.

**33. Verbindung des Gestänges mit dem Kolben<sup>2)</sup>.** — Die Verbindung der hölzernen Gestänge mit dem Kolben bzw. mit der Kolbenstange

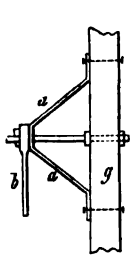


Fig. 619.

Gestänge mit Stangenhaken.

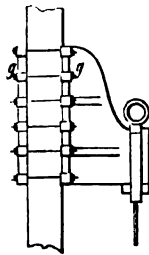


Fig. 620.

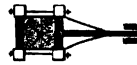


Fig. 621.

Krumse.

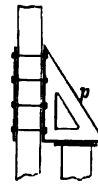


Fig. 622.

geschieht bei niedrigen Sätzen gewöhnlich durch sogenannte Stangenhaken *a* (Fig. 619), welche mit dem Gestänge *g* verschraubt sind und auf welche die Kolbenstange *b* gesteckt wird.

Bei schweren Pumpen wendet man gußeiserne Krumse (Fig. 620, 621 und 622) an, die untere Platte des Krumses *p* in Fig. 622 bildet gleichzeitig den Deckel des Mönchskolbens.

In Fig. 620 sind *g* zwei Eisenplatten; die eine hat Verstärkungsrippen, welche in das Holz greifen, während diese an der andern Platte nur äußerlich angebracht sind.

Bei Druckpumpen üben diese Krumse einen einseitigen Druck in der Stopfbüchse aus, weshalb man die Achsen der Mönchskolben jetzt immer in diejenige des Hauptgestänges legt, was bei Gestängen, welche noch

1) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 57.

2) v. Hauer a. a. O. S. 193.

mit tiefer stehenden Druckpumpen verbunden sind, in der Regel durch Übergabelung oder durch Scherenstücke geschieht, wie in Fig. 623<sup>1)</sup>.

Der Plunger *A* ist am oberen Ende mit dem gußeisernen Kopfstücke *J* versehen, welches durch die am unteren Ende in Schrauben endigenden Schienen *h* mit einer Verbreiterung des Gestänges verbunden ist. Auf beiden Seiten des Kopfstückes *J* gehen starke Eisen-schienen (Scherenstücke) *H* herab, welche zusammen die absolute Festigkeit des Gestänges haben und unter dem Drucksatz wiederum ein Kopfstück *J'* zwischen sich fassen. Dieses ist mit dem unteren Gestänge *S* in derselben Weise verbunden, wie das Kopfstück *J* mit dem oberen. Gleichzeitig kann an solchen Übergabelungen am bequemsten eine Verjüngung des unteren Gestänges vorgenommen werden.

Auf Grube Centrum bei Eschweiler<sup>2)</sup> hat man zwei Gestänge so weit auseinander gelegt, daß Plunger und Drucksatz zwischen ihnen Platz haben. Der Plunger ist an vier Zwischenstücken befestigt, welche zwischen dem Gestänge eingeschaltet sind (Fig. 624).

Die Verbindung des Gestänges mit dem untersten Plunger kann dabei unter Fortlassung des Scherenstückes

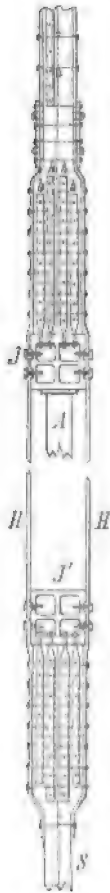


Fig. 623.  
Übergabelung auf Zeche  
Zollverein.

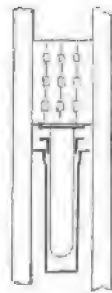


Fig. 624.  
Übergabelung auf Zeche  
Centrum bei Eschweiler.

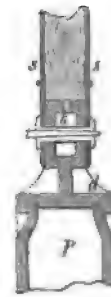


Fig. 625.  
Plungerbefestigung.



Fig. 626.

in derselben Weise wie in Fig. 623 geschehen. Eine andere Befestigungsweise für ein Gestänge mit Deckschienen zeigt Fig. 625. An den Deckel *d* des Plungers *P* schließt sich mittels Rippen ein gußeiserner Kasten *k*, mit welchem die Deckschienen *s* durch Keile verbunden sind.

Bei kleineren Druckpumpen kann man das Gestänge unten abrunden

1, Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 192.

2, Ebenda 1860, Bd. 8A, S. 185.

und durch den unten und oben offenen Plunger stecken (Fig. 626<sup>1)</sup>. Oben erfolgt die Befestigung durch zwei sich kreuzende Bolzen *b* und *b*, unten durch Verkeilung.

**34. Eiserne Gestänge.** — Das eiserne Rohrgestänge der Rittingerpumpen und seine Verbindung wurden bereits in 11. erwähnt. Die massiven eisernen Gestänge sind entweder solche, welche nur auf Zug und zwar in der Regel abwechselnd nach beiden Seiten hin, — oder auf Zug und Druck in Anspruch genommen werden. Die ersteren sind die Gestänge bei allen Hub- und solchen Druckpumpen, bei denen das nötige Übergewicht auf den Plunger gebracht ist. In beiden Fällen zieht die Maschine das Gestänge in die Höhe, während das Niederziehen entweder durch das Eigengewicht allein, oder durch das unten angebrachte Übergewicht erfolgt, sodaß das Gestänge sich nach Art eines gespannten Seiles hin und her bewegt.

Bei den meisten Druckpumpen wird das Gestänge auf Zug und Druck in Anspruch genommen, indem die Maschine das Aufziehen besorgt, während entweder das Gestängengewicht allein, oder unter Nachhilfe der Maschine, das Wasser in der Druckröhre emporschaft. Da sich der drückenden Kraft hierbei erheblichere Widerstände entgegenstellen, als bei dem Niedergange der Hubpumpengestänge, so zerknicken die unteren Gestängeteile der Druckpumpe leicht und müssen daher stark genug gebaut sein.

Eiserne Gestänge, welche allein auf Zug in Anspruch genommen werden<sup>2)</sup>, können rund, quadratisch oder rechteckig sein. Die Länge der Schienen ist bis 10 und 12 m. Die Verbindungen führen die Namen Schlösser oder Gestängeschlösser, wie bei den hölzernen Gestängen.

Eine für runde und quadratische Stangen sehr häufig gebrauchte Verbindung mit Zahnschloß zeigt Fig. 627. Übergeschobene Ringe *rr*, welche durch Keile *kk*, gehalten werden, bilden die Befestigung des Schlosses.

Auf Adalbertschacht in Pöbram sind in die Enden der aufgespaltenen Rundeisenstangen Platten eingeschweißt, welche durch übergelegte Laschen und Keile verbunden sind (Fig. 628).

Bei einer andern Verbindung werden die Enden der runden Stangen mit einem Bunde versehen und dieser mit zwei Muffenhälften überdeckt,

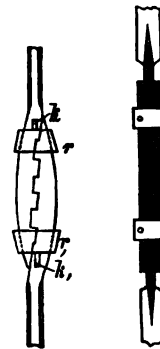


Fig. 627. Fig. 628.  
Gestängeschlösser.

1) Bull. de la soc. de l'ind. minér. 1858/59, t. 4, S. 454.

2) v. Hauer a. a. O. 214. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. 1878, Heft 1 S. 11. — Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 100; 1876, Bd. 24, S. 156.

welche entweder zusammengeschraubt, wie in Fig. 629 und 630, oder, wenn die Muffe eine konische Form hat, durch einen warm aufgezogenen schmiedeeisernen Ring (Fig. 631) zusammengehalten werden.

Gestänge aus Flacheisen bestehen bei kleinen Pumpen aus einem Stücke und werden am einfachsten in der durch Fig. 632 dargestellten Weise verbunden. Bei größeren Pumpen, wie an den durch Wassersäulenmaschinen betriebenen zu Huelgoat in Frankreich, im Silbersegener Richtschachte bei Clausthal und bei der älteren Fahrkunst in

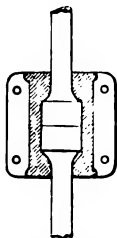


Fig. 629.

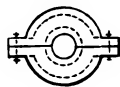


Fig. 630.

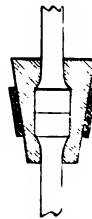


Fig. 631.

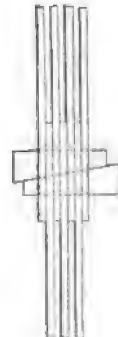


Fig. 632.

Muffenverbindung für Gestänge von geringer Stärke.

Verbindung mit Gestängen aus Flacheisen.

Přibram<sup>1)</sup>, ist das Gestänge entweder in derselben Weise zusammengesetzt, wie ein hölzernes Kettengestänge, sodaß beispielsweise in jedem Querschnitte vier Schienen nebeneinander liegen, oder es wechseln vier und fünf oder drei und vier u. s. w. Schienen ab, wie in Fig. 632.



Fig. 633.



Fig. 634.

Gestängeverbindung in Rüdersdorf.

In Rüdersdorf<sup>2)</sup> bei Berlin ist das nur auf Zug in Anspruch genommene Gestänge aus zwei Stangen von L-Eisen (Fig. 633 und 634) hergestellt, welche in etwa 0,5 m Abstand parallel nebeneinander fortlaufen. Die Gestänge fassen zwischen sich einen Rahmen, welcher bei einer kleineren Pumpe durch Schrauben allein, bei einer größeren durch Gegenkeile und Schrauben einerseits mit dem Gestänge, andererseits mit dem Mönchskolben verbunden ist.

Andere Doppelgestänge sind bei Charleroi<sup>3)</sup> und in Kladno<sup>4)</sup> in Anwendung.

Runde gußstählerne Gestänge<sup>5)</sup> sind mehrfach eingebaut, weil man sich größere Widerstandsfähigkeit gegen saure Wasser versprach, als bei schmiedeeisernen Gestängen. Da sich diese

1) v. Hauer a. a. O. S. 219.

2) Hörmann, Die Wasserhebemaschinen. — v. Hauer a. a. O. S. 220.

3) Bull. de la soc. de l'ind. min. 1872, 2. Sér., Vol. 1, S. 60.

4) Burat, Cours d'expl. des mines. Paris 1876, Taf. 53.

5) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 156.

Erwartung nicht erfüllt hat, die gußstählernen Gestänge sehr teuer sind, auch häufig Gußfehler enthalten, welche trotz des Ausschmiedens unter Dampfhammern nicht ganz beseitigt werden können und deshalb schwache Stellen bilden, so ist ihre Anwendung eine beschränkte geblieben.

Bei Drahtseilgestängen<sup>1)</sup> ist wegen der Längung des Seiles eine Streckvorrichtung erforderlich.

Honigmann (Aachen) will Drahtseilgestänge auch für große Pumpenanlagen anwenden, indem er die Seile über und unter Tage mit Kunstkreuzen arbeiten läßt und die Seile mit den beweglichen und deshalb aus Blech hergestellten Aufsatzröhren in Verbindung setzt<sup>2)</sup>.

In Mansfeld<sup>3)</sup> kamen viele Reparaturen vor und gelangte man dort zu der Überzeugung, daß Drahtseilgestänge trotz geringer Anlagekosten und leichten Einbaues nur für kurze Betriebsdauer zu empfehlen sind.

Die für Zug und Druck bestimmten Eisengestänge sind bei größeren Druckpumpen an die Stelle der Holzgestänge mit Eisenarmierung getreten, weil sie bei gleicher Festigkeit geringeres Gewicht haben, sich in den Verbindungen weniger lockern und dem Faulen nicht ausgesetzt sind.

Die Eisengestänge werden aus 7 bis 10 m langen Teilen von Winkel-, Flach-, L-Eisen u. s. w. zusammengesetzt und zwar ausschließlich durch Vernieten.

Um den Gestängen eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Zerknicken zu geben, erhalten sie +-, I- oder kastenförmigen Querschnitt.

Im ersteren Falle werden sie aus vier Winkeleisen zusammengesetzt, wobei die Niete nicht in eine senkrechte Reihe gelegt werden dürfen. Auch die Laschen, mit denen die einzelnen Längen verbunden werden, erhalten eine Winkelform.

Gestänge mit kastenförmigem Querschnitte haben die größte Steifigkeit. Die gebräuchlichsten Formen zeigen Fig. 635 und Fig. 636.

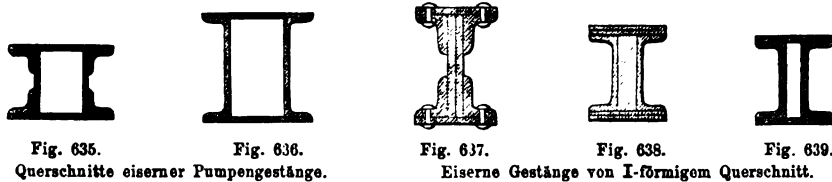


Fig. 635.  
Querschnitte eiserner Pumpengestänge.

Fig. 636.

Fig. 637.

Fig. 638.

Fig. 639.

Eiserner Gestänge von I-förmigem Querschnitt.

Gestänge mit I-förmigem Querschnitte sind gleichfalls häufig im Gebrauch, besonders die Formen Fig. 637 und 638. Von der letzteren ist ein Schnitt durch die Verbindungsstelle in Fig. 639 dargestellt.

**35. Führungen.** — Die Führung geschieht häufig, wie bei Holzgestängen, in Lehlager. Am Gestänge sind eiserne Gleitbalken angeschraubt, welche

1) v. Hauer a. a. O. S. 222.

2) Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 297.

3) Ebenda 1872, Bd. 20, S. 119.

sich in Schuhen führen. Die letzteren sind an Querlagern befestigt, und können mit Hilfe von Keilen nachgetrieben werden.

In anderen Fällen hat man die vier Ecken mit Langholz ausgefüllt und die Lehlager mit Eisenblech beschlagen.

**36. Übergabelung und Verbindung mit dem Mönchskolben.** — Die Übergabelung wird bei den eisernen Gestängen mit kastenförmigen, durch



Fig. 640. Übergabelung bei kastenförmigen Gestänge. (Grundriß.)

beiderseits mittels Winkleisen befestigten Platten *a* (Fig. 640) bewirkt. *A* ist das Hauptgestänge, *b* und *c* sind die Scherenstangen. Zur Befestigung des Mönchskolbens dient ein gußeisernes hohles Kopfstück. Dies hat unten einen Flansch zur Befestigung des Mönchskolbens und oben einen viereckigen Aufsatz, welcher in die Höhlung des Kastengestänges eingeschoben und mit Keilen befestigt wird.

**37. Hydraulisches Schachtgestänge.** — Der Betrieb einer Pumpe mit hydraulischem Gestänge geschieht in der Weise, daß man die hin- und hergehende Bewegung der Kolben einer über oder unter Tage stehenden Kraftmaschine in zwei getrennten Rohrleitungen auf einen oder zwei Kolben unter Tage, welche mit Pumpenkolben in Verbindung stehen, überträgt. Dabei wirkt das Wasser in den Röhren in ähnlicher Weise wie eine Kraftübertragung mit auf- und niedergehendem steifem Gestänge.

Eine solche Einrichtung ist für Schachtpumpen auf der Grube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken<sup>1)</sup> getroffen, weil der Schacht für feste Gestänge keinen Raum bot und die Anwendung einer unterirdischen Dampfmaschine wegen Gefährdung des Wetterzuges nicht rätlich erschien.

Da der Effektverlust durch die Wassertransmission etwa 30% beträgt, auch der Druck in den Gestängeröhren sehr groß ist (in Sulzbach-Altenwald bis 80 Atmosphären) und endlich die Dichtung große Schwierigkeiten verursacht, so können hydraulische Gestänge für Schachtpumpen nur in Ausnahmefällen empfohlen werden.

1) Pfähler in Preuß. Zeitschr. 1874, Bd. 22, S. 179; 1875, Bd. 23, S. 60; 1876, Bd. 24, S. 35. — v. Hauer a. a. O. S. 710.

## 6. Kapitel.

### Regulierung des Gestängegewichtes.

**38. Allgemeines.** — Bei Gestängen kann eine Gewichtsausgleichung oder eine Belastung notwendig sein. Die erstere dann, wenn das Gestänge der Festigkeit wegen schwerer ausfällt, als es der Widerstand beim Niedergange erfordert, oder wenn einzelne Pumpen ausgeschaltet werden sollen, ferner bei rundlaufenden Maschinen mit nur einem Hauptgestänge.

Die Ausgleichung kann entweder an einem oder an mehreren Punkten geschehen. Das erstere ist die Regel und erfolgt durch Gegengewichtshebel über oder unter der Maschine, immer aber über Tage.

Eine Belastung ist nötig, wenn der auf die Festigkeit berechnete Querschnitt nicht genügendes Gewicht für die Überwindung der Widerstände beim Niedergange liefert und das Übergewicht nicht durch größeren Querschnitt hergestellt werden soll.

Die Belastung erfolgt durch Gewichte, die Ausgleichung durch Gegengewichte.

**39. Gewichtsausgleichung.** — Die steifen Gewichtshebel<sup>1)</sup> bestehen gegenwärtig lediglich aus Eisen und sind zweiarmige Hebel, an deren einem Ende das Gestänge und die Maschine angreift, während am andern eine größere Gewichtsmasse in Form von runden oder eckigen gußeisernen Scheiben angebracht ist. Diese wird beim Niedergange des Gestänges gehoben, während sie beim Aufgange der Maschinenkraft zu Hilfe kommt.

Hydraulische Gegengewichte bestehen aus einem am Gestänge befestigten Kolben, welcher in einen Zylinder taucht, dessen unteres Ende mit einem senkrechten Röhrenstrange oder mit einem Akkumulator in Verbindung steht. Ventile kommen dabei nicht vor. Die Wirkung ist genau dieselbe, wie beim steifen Gewichtshebel. Die Ergänzung des Wassers erfolgt aus dem Saugkasten der nächst höheren Pumpe, oder auf andere passende Weise.

Ein solcher, der Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf patentierter (D. R. P. Nr. 19461) hydraulischer Gewichtshebel ist auch auf Schacht I der fiskalischen Steinkohlengrube Reden bei Saarbrücken eingebaut<sup>2)</sup>.

Ist die auszugleichende Last nicht groß, so kann man die Ausgleichung durch Hinterwassersäulen, d. h. in der Weise bewirken, daß man die Sumpfkasten einer oder mehrerer Druckpumpen entsprechend höher stellt.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8A, S. 185.

2) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 238, Taf. IX, Fig. 5.



Der Widerstand beim Niedergange wird dadurch erhöht, der Aufgang erleichtert.

Bei Pumpen, welche direkt aus der Steigeröhre der unteren saugen (Fig. 585), macht man die letztere höher und erreicht so denselben Zweck.

Die Hinterwasserröhren bei Wassersäulenmaschinen<sup>1)</sup>, an denen dieselben überhaupt zuerst angewendet sind (Silbersegener Maschine von Bergrat Jordan sen. in Clausthal), beruhen auf demselben Grundsatz.

Danach wird die Ausgleichung des Gestängegewichtes durch Anwendung einer beim Niedergange unter den Treibkolben selbst drückenden Gegensäule bewirkt, also der Treibkolben so tief unter den Abflußstollen gestellt, daß der Druck, welchen die auf den Stollen zurücktretenden gebrauchten Kraftwasser auf den Treibkolben ausüben, der Gestängelast die nötige Ausgleichung entgegenstellt. Diese Idee ist nach den Angaben von Jordan<sup>2)</sup> schon im Jahre 1815 von dem Bergrat Becker in Freiberg geäußert.

Endlich kann man das Gestängegewicht durch Doppelgestänge ausgleichen.

## 7. Kapitel.

### Kraftübertragung für horizontale und schwach geneigte Richtung.

**40. Betrieb von Pumpen in Nebenschächten mittels Seilübertragung.** — Pumpen, welche beim Abteufen von Schächten, in denen sich keine Kunstgestänge befinden, angewendet werden, sind durch besondere Kraftübertragung zu bewegen. Steht ein solcher Schacht mit dem Kunstschachte durch eine gerade Strecke in Verbindung, so kann die Kraftübertragung von dem Hauptgestänge aus durch ein Schleppzeug mit einem Drahtseile oder einer Kette geschehen. Dieselben sind an einem der Kunstgestänge befestigt, gehen nach oben über eine Rolle, von da auf der Verbindungsstrecke zum Nebenschachte, dort über eine zweite Rolle hinweg und sind hier mit dem Gestänge der im Schachte befindlichen Pumpe verbunden.

Beim Niedergange des Hauptgestänges wird das Gestänge im Nebenschachte gehoben, während das letztere beim Hubwechsel durch sein eigenes Gewicht oder durch angebrachte Belastung sinkt und das Drahtseil oder die Kette nachzieht, sodaß dieselben stets straff gehalten werden.

1) v. Hauer a. a. O. S. 584 ff. — Weisbach, Ingenieur- und Maschinen-Mechanik, S. 925 ff. — Althaus in Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 1; 1881, Bd. 29, S. 256.

2) Karstens Archiv, Bd. 10, S. 253.

An kleineren Krümmungen der Verbindungsstrecke sind Wehrrollen angebracht, an denen das Seil mittels Gleitschienen aus Buchenholz anliegt. Bei größeren Krümmungen sind Kreissektoren mit Seilnut und Drehachse anzubringen, über welche das Seil hinweggeht. Ist dieses so stark, daß man ihm eine Biegung nicht zumuten darf, so schaltet man eine Kette ein und legt diese in die Seilnut.

Um das Seil, bezw. die Kette, in den Wehrrollen und Seilnuten der Bruchschwingen zu erhalten, müssen auf beiden Seiten derselben Tragrollen angebracht werden. Diese sind auch im weiteren Verlaufe der Verbindungsstrecke notwendig, wenn das Seil sich zu sehr durchbiegt.

Außer einem hin- und hergehenden Seile wendet man auch Übertragungen mit einem Seile ohne Ende an, so auf Königin Luisengrube in Zabrze zum Betriebe einer Tangyepumpe in einer einfallenden Strecke<sup>1)</sup>.

Am besten dürfte sich auch in diesem Falle elektrische Übertragung unter Verwendung von Kreiselpumpen eignen. Vergl. 49.

**41. Wasserübertragung für Pumpen in Nebenschächten.** — Bei vielen und sehr starken Krümmungen wird die Übertragung mittels Drahtseilen oder Ketten in zweckmäßiger Weise durch solche mittels Wasser (oder Luft) ersetzt.

Die Übertragung mittels Wasser bildete den Anfang der in 37 erwähnten hydraulischen Gestänge und besteht darin, daß man am Hauptgestänge einen Plunger anbringt, welcher in eine Plungerröhre mit Stopfbüchse taucht. Die letztere ist durch einen Rohrstrang, welcher allen Krümmungen bis zum Nebenschachte folgt, mit einer über diesem und in dessen Fallungsebene angebrachten Plungerröhre mit Mönchskolben verbunden. Dieser hat oben ein Querhaupt, von welchem aus eine Übergabelung nach unten geht und das Pumpengestänge im Nebenschachte zwischen sich faßt.

Beim Niedergange des Hauptgestänges drückt der erste Plunger auf das Wasser in der Verbindungsrohre und hebt damit den zweiten Plunger mit dem Pumpengestänge. Beim Aufgange des Hauptgestänges saugt der erste Plunger das Übertragungswasser an, sodaß das Pumpengestänge im Nebenschachte sinken kann.

Beim Betriebe geht immer etwas Wasser verloren und muß ersetzt werden. Gelangt dabei zuviel Wasser in die Übertragungsrohre, so wird der zweite Plunger (Lastplunger) zu hoch gehoben und stößt unter. Ist der Ersatz nicht genügend, so fällt der Lastplunger zu tief und stößt wiederum auf. Diesen Umstand hat man zu Sars-Longchamps<sup>2)</sup> auf folgende Weise beseitigt.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 234.

2) Chaudron, Annuaire de l'association etc. de Liège 1851, Vol. I, S. 65.  
— v. Hauer a. a. O. S. 707.

In die Übertragungsröhre mündet ein mit einem Hahnverschlusse versehenes Röhrchen, welches in einer solchen Höhe mit einer oberen Steigeröhre in Verbindung steht, daß der Wasserdruck in dem Röhrchen denjenigen in der Übertragungsröhre übersteigt. Der Hahn wird dabei so weit geöffnet, daß jedenfalls mehr Wasser eintritt, als verloren geht. Sodann ist am oberen Ende der Lastplungerröhre ein Hebel angebracht, auf welchen je ein Knaggen am Pumpengestänge beim Auf- und Niedergange trifft.

Geht nun der Lastplunger zu hoch, so öffnet der eine Knaggen mit Hilfe des Hebels den Hahn und läßt Wasser austreten, was auch während des nun folgenden Niederganges geschieht. Sollte dabei aber zuviel Wasser abfließen und das Pumpengestänge zu tief gehen wollen, so schließt der zweite Knaggen den Hahn und bewirkt damit auch nach unten eine Hubbegrenzung. Nach einigen Hübten ist der Hahn selbsttätig geregelt, derart, daß beständig nur so viel Wasser austritt, als nach Deckung der Verluste vom Zuflusse übrig bleibt.

Nach dem Vorgange in Sars-Longchamps hat man Wasserübertragung auch in Ibbenbüren<sup>1)</sup> und auf Zeche Borussia bei Dortmund<sup>2)</sup>, im ersteren Falle zum Abteufen eines flachen Nebenschachtes, im andern zum Abteufen des Förderschachtes unterhalb der Sohle des Wasserhaltungsschachtes, mit gutem Erfolge benutzt.

Auch auf dem Eisensteinbergwerke Unterste Martinshardt in Siegen ist ein hydraulisches Gestänge zum Betriebe einer Pumpe in einem 90 m seitwärts gelegenen Nebenschachte angewendet<sup>3)</sup>.

**42. Luftübertragung für Pumpen in Nebenschächten.** — Druckluft kann in derselben Weise benutzt werden, wie Dampf; sie hat gegenüber dem Wasser den Vorteil, daß die Gefahr der hydraulischen Stöße wegfällt, und daß sie nach dem Ausblasen die Ventilation der Grubenräume befördert. Dagegen hat man bei der Luftübertragung 70 bis 75 % Effektverlust<sup>4)</sup>. Gleichwohl läßt sich Druckluft für vorübergehende Zwecke unter Umständen zweckmäßig zum Betriebe von Pumpen verwenden, z. B. wenn nahe bei denselben eine etwa vorher zum Betriebe von Bohrmaschinen gebrauchte und mit einer vorhandenen Luftpreßmaschine in Verbindung stehende Rohrleitung zur Verfügung steht. Man kann mit Druckluft jeden ähnlich wie eine Dampfmaschine eingerichteten Apparat treiben, dessen Kolben mit einer Pumpe in Verbindung steht, also z. B. eine sogenannte Dampfpumpe.

In Swansea (England) sind zwei derartig bewegte größere Pumpen aufgestellt<sup>5)</sup>.

Auch auf der Ver. Mathildengrube (Oberschlesien) wurde am Köhlerschachte eine Tangypumpe (48) in einer einfallenden Strecke auf der

1) Preuß. Zeitschr. 1866, Bd. 14, S. 343.

2) Ebenda 1869, Bd. 7, S. 319. — Glückauf. Essen 1868, Nr. 22.

3) Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 251.

4) v. Hauer a. a. O. S. 711.

5) Berggeist 1872, S. 113.

167 m Sohle mit Druckluft betrieben<sup>1)</sup>, welche die, auf dem 260 m entfernten Schachte aufgestellten Luftpreßmaschinen lieferten. Bei vier Atmosphären Spannung in den Luftleitungsröhren drückte die Maschine in der Minute 0,2 cbm Wasser 24 m hoch.

**43. Feldgestänge und Seilübertragung.** — Während man Dampfmaschinen gewöhnlich so nahe beim Wasserhaltungsschachte aufstellen kann, daß sie mehr oder weniger direkt die Bewegung der Pumpengestänge bewirken können, muß man Wasserräder oft in größerer Entfernung vom Schachte anlegen und die Kraft bis zum Pumpengestänge in passender Weise übertragen. Man bediente sich dazu früher der Feldgestänge. Der Krummzapfen des Rades bewegt zunächst eine Pleuelstange *P* (Fig. 641), welche eine Reihe von, in der Mitte ihrer Länge auf Zapfen ruhenden, oben und unten verbundenen Schwingen *S* und schließlich die Kunstkreuze *KK'* in Bewegung setzt, an deren horizontalen Armen die Pumpengestänge hängen.

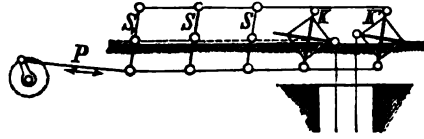


Fig. 641. Neues Feldgestänge.

Bei dieser Bauart wird nur die erste Schwinge (*S*<sub>1</sub>) abwechselnd gezogen und gedrückt, während die weitere Übertragung lediglich auf Zug in Anspruch genommen wird.

Sehr lange Feldgestänge über Tage hat man mit Vorteil durch Drahtseile ersetzt, u. a. bei den Hubkünsten am Polsterberge bei Clausthal.

## 8. Kapitel.

### Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen<sup>2)</sup>.

**44. Allgemeines.** — Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen sind solche, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Pumpen unter Tage stehen, sodaß jede Übertragung durch Gestänge, Pleuelstangen u. s. w. vermieden ist. Die Maschinen sind entweder Dampf-, Wassersäulen- oder elektrische Maschinen.

Den ersteren wird der Dampf gewöhnlich aus dem Kesselhause über Tage zugeführt, weil die Verhältnisse das Aufstellen von Dampfkesseln unter

1) Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 234.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, S. 117 (Miröschau). — Rev. univ. (III) 2, S. 1 (Bernissart). — Über einen Petroleum-Motor für unterird. Wasserh. vergl. Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 39, S. 100.

Tage selten gestatten. Wenn aber Schächte und Strecken weit genug sind, um Dampfkessel einhängen zu können, wenn ferner ein Wetterschacht in unmittelbarer Nähe liegt, um Verbrennungsgase und Rauch direkt abführen zu können, und wenn endlich jede Gefahr des Versaufens ausgeschlossen ist, so sind Dampfkessel unter Tage vorteilhaft, denn sie dienen gleichzeitig als Wetteröfen. Außerdem wird an Dampfleitungsröhren erspart und die Verluste an Dampf durch Verdichtung, welche bei ungenügender Umhüllung jener Röhren entstehen, vermieden.

Der Fortfall der Gestänge beseitigt die Möglichkeit der Gestängebrüche und gestattet, weil außer dem Druckwasser keine großen Massen zu bewegen sind, eine größere Kolbengeschwindigkeit (bis zu 2,5 m), sowie entsprechend kleinere Abmessungen der Maschinen, wodurch diese etwa um ein Drittel billiger werden, als Gestängemaschinen. Ferner braucht man außer dem Maschinenwärter keine besonderen Pumpenwärter und im Schachte nur wenig Raum, weil außer der Dampfzuleitungsröhre nur eine Steigeröhre von geringer Weite einzubauen ist.

Dagegen sind die unterirdischen Dampfmaschinen unter Umständen der Gefahr des Versaufens ausgesetzt. Um die letztere zu vermeiden, bedarf es genügender Reserven. Auch mauert man zu diesem Zwecke die Maschinenräume wasserdicht ab, versieht den Eingang vom Schachte her mit einer Dammtüre und legt von einer oberen Sohle her einen besonderen Zugang zum Maschinenraume an.

Am vorteilhaftesten sind unterirdische Maschinen immer da, wo von einem tiefsten Punkte aus in einer einzigen Druckhöhe eine Wassermenge von nicht mehr als 0,06 bis 0,08 cbm in der Sekunde zu heben ist und wo die Gesteinsbeschaffenheit eine billige Herstellung des Maschinenraumes gestattet.

Eine Druckhöhe von 350 m und darüber (45), für welche mindestens drei Drucksätze nötig sein würden, kann man mit unterirdischen Maschinen deshalb erreichen, weil bei dem, durch die größere Geschwindigkeit, Anwendung von Schwungrädern, zwei und sogar drei gekuppelten Zylindern, sowie durch Windkessel erreichten beständigen Emporsteigen des Wassers der Druck desselben auf die Ventile und Rohrwandungen geringer ist, als bei den Druckpumpen, bei denen das Wasser in den Hubpausen in entgegengesetzte Bewegung kommt.

Man ist dazu übergegangen, auch für diese Maschinen hochgespannten Dampf von 12 Atmosphären zu verwenden und diese Maschinen als Dreifach-Verbundmaschinen zu bauen. Derartige Maschinen sind in Betrieb auf Zeche Gneisenau und waren es auf den Lintorfer Erzbergwerken. Haniel & Lueg baut für die Harpener Gesellschaft eine solche Maschine, die 25 cbm Wasser in der Minute aus einer Teufe von 500 m heben soll. Die Maschine soll durch Zusammenfassen der Zuflüsse in einem weiten, aufgeschlossenen Gebiete die Arbeit einer Reihe kleiner Anlagen übernehmen, um den Kohlenverbrauch, die Unterhaltungskosten und die Bedienungs-

mannschaften zu verringern. Da solche Anlagen fast fortwährend in Betrieb sind, so fällt der Kondensationsverlust in der Dampfleitung nicht so sehr ins Gewicht, als wenn eine Maschine, wie dies bei kleineren unterirdischen Anlagen häufig der Fall ist, nur wenige Stunden am Tage in Betrieb ist. In diesem Falle werden die Kondensverluste in der Dampfleitung, die wegen der Bruchgefahr beim Einlassen frischen Dampfes stets unter Dampf gehalten werden muß, ein wesentlicher Faktor zu Ungunsten der unterirdischen Dampfwaterhaltungsmaschine.

Um die Schwierigkeiten bei Herstellung der Maschinenräume zu verringern, muß man die Abmessung der unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen tunlichst herabsetzen und dieselben weniger breit und hoch, als lang bauen, ein Grundsatz, welcher z. B. bei der Maschine des Ottoschachtes in Ösede bei Osnabrück<sup>1)</sup> durchgeführt war, wo die Breite des Maschinenraumes von 2,5 m vollkommen ausreichte.

Hilt<sup>2)</sup> schlägt sogar vor, mehrere kleine Maschinen hintereinander in einem Raume von gewöhnlicher Streckenweite aufzustellen.

Endlich ist durch Umhüllung der Maschinenteile, sowie durch gute Verdichtung und womöglich durch passende Ventilationseinrichtungen dafür zu sorgen, daß die Hitze in den Maschinenräumen verringert wird.

Die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen sind rundlaufende und nicht rundlaufende, in beiden Fällen aber liegende.

**45. Rundlaufende Maschinen.** — Die rundlaufenden unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen sind solche, welche mittels Kurbel ein oder zwei Schwungräder bewegen. Letztere vermindern die in den Hubpausen eintretenden Ungleichheiten in der Druckwirkung, bezw. liefern die zum Heben der Druckventile nötige Supplementarkraft. Das Wasser in der Steigeröhre kommt dabei nie zur Ruhe oder gar in umgekehrte Bewegung, sodaß solche Maschinen rascher laufen und eine größere Druckhöhe erhalten können, als die nicht rundlaufenden Maschinen. Aus diesem Grunde wählt man die rundlaufenden Maschinen für größere Anlagen mit viel Wasser und bedeutenden Druckhöhen.

Da bei diesen einfachen Maschinen trotz des Schwungrades immer noch Hubpausen eintreten, so hat man zwei derselben zusammengekuppelt und läßt sie gleichfalls in eine gemeinschaftliche Steigeröhre arbeiten (Zwillingsmaschinen)<sup>3)</sup>.

Häufig sind diese Zwillingsmaschinen so eingerichtet, daß man eine Maschine ausschalten kann<sup>4)</sup>.

1) Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 395.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1873, Bd. 17, S. 436.

3) v. Hauer a. a. O. S. 692, Fig. 1073. — Hess in Berg- u. hüttenm. Jahrb. d. österr.-ungar. Bergakademien Bd. 24, S. 311. — v. Hauer a. a. O. S. 692, Fig. 1081 u. 1082. — Hess a. a. O. Bd. 22, S. 439. — Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 167. — Ebenda 1855, Bd. 3, S. 226.

4) v. Hauer a. a. O. S. 692.

Einen noch ruhigeren Gang erzielt man mit Drillingsmaschinen, wie sie u. a. auf Deutschlandgrube bei Schwientochlowitz (Oberschlesien<sup>1)</sup>, Elisabethgrube bei Essen<sup>2)</sup> und in Friedrichsthal bei Saarbrücken<sup>3)</sup> nach Woolfschem Prinzip ausgeführt sind.

Eine sehr günstige Ausnutzung der Expansion hochgespannter Dämpfe in einem Hochdruck- und in einem Niederdruckzylinder gestatten auch die Verbundmaschinen<sup>4)</sup>, welche dabei sehr einfach gebaut sind und wenig Platz einnehmen.

In Staßfurt soll jede der beiden Maschinen bei  $4\frac{1}{2}$  Atmosphären Dampfdruck in den Rohrleitungen der über Tage stehenden Kessel imstande sein, 2,5 cbm Sole von 1,2 spezifischem Gewicht auf 332 m Höhe zu heben, was einer Druckhöhe von 398 m süßen Wassers entsprechen würde. Eine derartige unterirdische Maschine im Reviere Leopold I der Kohlenwerke La Louvière hat schon eine Steigeröhre von 576 m Höhe<sup>5)</sup>.

**46. Rundlaufende Wassersäulenmaschinen.** — Zu den unterirdischen rundlaufenden Zwillingsmaschinen gehören auch die im Königin Marienschachte bei Clausthal eingebauten, übrigens wegen zu hohen Kraftwasserverbrauchs umgebauten beiden Wassersäulenmaschinen<sup>6)</sup>. Dieselben stehen 597 m unter der Aufschlagrösche und 229 m unter dem Ernst Auguststollen, auf welchem sowohl die Lastwasser, als auch die Kraftwasser ihren Abfluß finden<sup>7)</sup>. Die Pumpen haben nur eine geringe Saughöhe und drücken Kraft- und Lastwasser in eine gemeinschaftliche Steigeröhre. Die Treibkolben haben 200, die Pumpenkolben 210 mm Durchmesser und 625 mm Hub. Die gemeinsame Kolbenstange ist 90 mm stark, folglich braucht jeder Treibkolben für einen Hub 15,66 l Kraftwasser, während jeder Pumpenkolben 17,67 l Wasser hebt. Bei 50 Doppelhüben der Maschine werden 3534 l Wasser in der Minute gehoben, wobei die Geschwindigkeit in den Steigeröhren 1,87 m in der Sekunde beträgt. Die Geschwindigkeit in den Einfallröhren ist 1,94 m.

Die Maschine arbeitet, weil das Gewicht des Kraftwassers in der Einfallröhre und in der Steigeröhre sich bis auf die Höhe von 229 m aus-

1) Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 375.

2) Ebenda 1874, Bd. 22, S. 693.

3) v. Hauer a. a. O. S. 693.

4) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. 27, 1883, S. 81. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1883, S. 279. — Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 21. — Rud. Doerfel in Technische Blätter. Prag 1886, Heft III u. IV.

5) Revue univ. 1891 S. 1.

6) Fickler in Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 233. — Hoppe, ebenda S. 240; 1879, Bd. 27, S. 221. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1876, S. 181. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1876, S. 339.

7) Nach Althans in Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 7 ist die Idee, gar kein Gestänge anzuwenden, sondern eine doppelwirkende Treibmaschine in unmittelbarer Verbindung mit der Pumpe auf der Sumpfschale aufzustellen, zuerst von Reichenbach angegeben.

gleich, mit einem nutzbaren Gefälle von  $597 - 229 = 368$  m, also mit derselben Kraft, als wenn sie sich in der Sohle des Ernst Auguststollens befände. Mit der tieferen Aufstellung hat man aber ein 229 m langes Gestänge erspart.

Andere unterirdische Wassersäulenmaschinen sind von den Firmen Hathorn, Davis, Campbell und Davey zu Leeds<sup>1)</sup> und von Philipp Mayer in Wien<sup>2)</sup> gebaut.

**47. Wassersäulenmaschinen mit künstlich erzeugtem Druck<sup>3)</sup>.** — Auf der Zeche Prinz-Regent bei Bochum hat man sich, um eine Reserve für die einzig vorhandene Gestängemaschine zu schaffen, nach dem Vorschlage des Ingenieurs Herbst in Bochum entschlossen, zunächst auf der Wettersohle eine direkt und doppelt wirkende Wassersäulenmaschine aufzustellen, welche ihr Kraftwasser aus einer über Tage befindlichen und von einer vorhandenen Dampfmaschine betriebenen Preßpumpe empfängt. Die letztere preßt die Wasser bis auf 40 Atmosphären Druck, die Förderhöhe beträgt 100 m, und das gehobene Wasserquantum bei  $7\frac{1}{2}$  Doppelhüben 5 cbm in der Minute. Der Gesamtnutzeffekt, gerechnet von der indizierten Dampfleistung bis zur Leistung der Pumpen unter Tage, ist auf 65 % ermittelt, also sehr hoch. Dabei wird der Wassersäulenmaschine ein sehr ruhiger Gang nachgerühmt.

Diese hier zum ersten Male durchgeführte Verbindung einer übertägigen Dampfkraftmaschine mit einer Wassersäulenmaschine unter Tage bietet für viele Fälle ohne Zweifel wesentliche Vorteile gegenüber den bisher meist angewendeten Systemen. Um nur einiges hervorzuheben, so wird durch diese Anordnung der Raum an der Hängebank in keiner Weise in Anspruch genommen. Ferner kann man, wenn man von vornherein genügend weite Einfall- und Steigeröhren gewählt hat, die Anlage über und unter Tage durch Hinzufügung von Maschinen beliebig verstärken, die Röhren bedürfen keiner Umwicklung und beanspruchen wenig Raum im Schachte. Eine Wassersäulenmaschine arbeitet auch unter Wasser, wenn nicht Brüche oder sonstige Störungen eintreten.

Zu erwähnen sind hier die in neuerer Zeit mehrfach angewendeten Maschinen, bei denen die Kraftwasser durch Akkumulatoren auf eine Pressung bis 200 at gebracht wird (System Schwartzkopf-Kaselowski), sodaß sowohl die Übertragungsröhren, als auch die Wassersäulenmaschine in kleinen Abmessungen gehalten werden können, ein Umstand, welcher besonders bei Mangel an Platz im Schachte wichtig sein kann. Die schädliche Einwirkung der hydraulischen Stöße ist bei so hohem Drucke .

1) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 643. — Dingers polyt. Journ. Bd. 220, S. 23.

2) v. Hauer a. a. O. S. 647. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1876, S. 3. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1876, S. 126. — Serlo a. a. O. 1884, II, S. 643.

3) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 225.



besonders gefährlich und wird durch Windkessel aufgehoben. Allerdings müssen alle Teile genügend stark sein, ein Umstand, welcher u. a. dazu beiträgt, derartige Anlagen sehr teuer zu machen.

Eine auf Zeche Wilhelmine Victoria bei 715 m Teufe aufgestellte derartige Maschine benutzt als Betriebswasser die Wasser aus der Steigeleitung einer auf der 615 m-Sohle stehenden Dampfwaterhaltungsmaschine, der sie die Wasser der 715 m-Sohle zuhebt. Das Kraftwasser steht also unter einem Drucke von rund 72 Atm. Da dieses als Grubenwasser unrein ist, mußte die Steuerung wenig empfindlich sein. Man wählte Kugelventile mit Lederstulpnachdichtung.

**48. Nichttrundlaufende unterirdische Wasserhaltungsmaschinen<sup>1)</sup>.** — Die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen ohne Schwungrad, auch amerikanische Pumpen genannt, zeichnen sich dadurch aus, daß sie wegen Mangels einer rundlaufenden Bewegung eine Anschlagsteuerung und zwar meistens mit einem Stoßschieber haben.

Die besonderen Vorteile dieser Maschinen sind: geringe Kosten, kleines Raumerfordernis, leichte Fundamentierung und schnelle Aufstellung.

Dagegen ist keine Expansion anzubringen, die Kolbenfläche muß aus diesem Grunde größer genommen werden, um den Widerstand gegen die Öffnung der Druckventile zu überwinden, und ist aus beiden Ursachen der Dampfverbrauch beträchtlich. Ferner ist der Gang der Maschinen ein unruhiger und veranlaßt häufige Betriebsstörungen. Man empfiehlt deshalb diese Pumpen nur für vorübergehende Zwecke und Druckhöhen von nicht mehr als 100 m. Die Kolbengeschwindigkeit soll 0,6 bis 0,7 m nicht übersteigen.

Die Fundamentierung kann unter Umständen schon durch einen gegen die Firste verstrehten Holzrahmen geschehen.

Unter den nichttrundlaufenden Maschinen ist Camerons Pumpe<sup>2)</sup>, oder wie sie meistens genannt wird, die Tangyepumpe, am häufigsten in Anwendung, auch für größere Anlagen<sup>3)</sup>, u. a. auf den Gruben Königin Luise und König in Oberschlesien<sup>4)</sup>, auf der Bleierzgrube Heidberg bei Ründeroth, Glückhilfgrube bei Waldenburg u. s. w.<sup>5)</sup>.

Besonders beliebt sind in neuerer Zeit die Pumpen von Weise & Monski in Halle, welche mit Kondensation und Expansion ausgestattet und besonders mit Etagenringventilen sehr betriebssicher sind.

1) v. Hauer a. a. O. S. 694.

2) Uhlands Maschinenkonstrukteur 1872, Jahrg. 5, S. 247. — Rühlmann. Allg. Maschinenlehre, Bd. 4, S. 623. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1874, Nr. 38, S. 369, 370. — v. Hauer a. a. O. S. 697.

3) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1870, Bd. 16, S. 225. — Dinglers polyt. Journ. Bd. 205, S. 82. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1872, S. 347. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1872, S. 191, 238.

4) Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 298.

5) Ebenda 1875, Bd. 23, S. 101, 102, 103.

Außerdem sind zu nennen die Worthington- und die Voit-Pumpe.

Um den raschen Gang der unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen ruhiger zu gestalten, ist es ganz besonders nötig, daß die Ventile sich schnell schließen, damit die Rückströmung des Wassers und damit hydraulische Stöße vermieden werden. Man gibt deshalb den Ventilen einen möglichst großen Gesamtquerschnitt und wendet ausschließlich mehrsitzige Ventile, besonders Kugelventile<sup>1)</sup> und Pyramidenventile an.

Die Riedler-<sup>2)</sup> und Bergmans-Pumpen erreichen die hohen Umlaufzahlen durch Zwangssteuerung der Ventile. Die erste gewährleistet bei sorgfältiger Behandlung einen guten volumetrischen Effekt, dagegen ist die Wasserführung bei der Pumpe nicht günstig und der erzwungene Gang des Steuerkopfes für das Saugventil, gerade der Wassereinströmung entgegen, schafft schädliche Widerstände. Die Bergmanspumpe besitzt theoretisch die Vorbedingungen für einen ruhigen Gang, die erste ist im Jahre 1901 auf Zeche Julius Philipp bei Bochum in Betrieb genommen<sup>3)</sup>.

**49. Elektrischer Antrieb für Wasserhaltungsmaschinen<sup>4)</sup>.** — Die elektrische Übertragung für Wasserhaltungsmaschinen hat sich seit 1897 bedeutend Eingang verschafft. Man bedient sich dabei des Drehstroms mit Spannungen von 2000 bis 3000 Volt.

Die elektrische Wasserhaltung im allgemeinen schafft die geringsten Unbequemlichkeiten im Betriebe, sie arbeitet der Dampfwasserhaltung gegenüber um so vorteilhafter, je grösser die Arbeitspausen, dagegen der hydraulischen gegenüber, je kleiner die Arbeitspausen sind.

Nach Götze<sup>5)</sup> ist die auf jede Pferdekraftstunde, gemessen in gehobenem Wasser, aufgewendete Dampfmenge unter den heutigen Teufen bei der Dampfmaschine am günstigsten. Dies wird sich aber mit zunehmenden Teufen zu Gunsten der anderen Systeme verschieben. Die hydraulische Wasserhaltung ist hinsichtlich des Wirkungsgrades der elektrischen überlegen, im Dampfverbrauch für Pferdekraft und Stunde ist das Verhältnis umgekehrt. Auch sind die elektrischen Wasserhaltungsmaschinen die einfachsten im Aufbau.

Direkt auf der Pumpenwelle sitzt der Kurzschlussanker des Drehstrommotors, es sind keine Widerstände ein- oder auszuschalten, keine stromführenden Bürsten zu bedienen, der Elektromotor besitzt keine der Abnutzung besonders unterworfenen Teile. Notwendig sind jedoch Anlaßvorrichtungen, die es ermöglichen, die Pumpe mit geringen Widerständen

1) v. Hauer a. a. O. S. 584, Fig. 1057, 1858, u. 1059.

2) Vortrag von Goetze-Bochum auf dem Allgem. Bergmannstag in Dortmund. 1901. — Glückauf. Essen 1901, S. 687.

3) Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ing. 1901, S. 1423.

4) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 775. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1898. S. 271.

5) VIII. Allgem. Bergmannstag in Dortmund. 1901.

angehen zu lassen und den Widerstand allmählich auf die volle Höhe zu bringen.

Um die Pumpe ganz zu entlasten und ein selbsttätiges Anlassen derselben zu bewirken, wird der Pumpenkörper nach einem Patente von Haniel & Lueg mit einer kleinen hydraulischen Steuerung versehen, deren Kolben leicht ein- und ausgerückt werden kann. Die Steuerung bringt den Pumpenkolben als Kolben eines hydraulischen Motors in Tätigkeit, der die Kraftwasser aus der Steigleitung erhält; die Steuerung wird, nachdem der elektrische Motor angelassen ist, wieder ausgerückt.

Die elektrischen Wasserhaltungen haben überwiegend ihre eigene Primärstation; diese ist vor allem deshalb vorteilhaft, weil sie eine Änderung der Tourenzahl, wie sie bei wechselnden Wasserflüssen erwünscht ist, ermöglicht. Die Änderung in der Umlaufzahl der Pumpe wird einfach durch Änderung der Umlaufzahl der Dynamo erreicht, von der wiederum die Umlaufzahl des Motors abhängt.

Die erste Hauptwasserhaltung in Westfalen, auf Zeche Maria Anna und Steinbank, hat noch Übersetzung durch Hanfseile, die zweite auf Zeche Zollverein zeigt schon eine normallaufende Pumpe, direkt gekuppelt mit dem Drehstrommotor. Letztere Anlage hat zahlreiche Nachbildungen erfahren. Bei diesen Anlagen fällt der Motor größer aus, als bei den neuerdings in Aufnahme gekommenen sogenannten Schnellläufern, welche eine Umlaufzahl von 200 bis 300 aufweisen; man ist deshalb mit der Periodenzahl des Drehstroms schon auf zwölf heruntergegangen. Die Anlagekosten sind nur unwesentlich höher als bei den Schnellläufern, da nur der Motor teuer wird, die Pumpen aber billiger; im Wirkungsgrade unterscheiden sich beide Systeme kaum. Zu Ungunsten der Schnellläufer fällt dagegen schwer ins Gewicht die größere Abnutzung infolge des schnellen Ganges, ferner die Notwendigkeit einer vermehrten und sorgsameren Bedienung.

Eine besonders wichtige Neuerung für elektrisch angetriebene Wasserhaltungen scheinen die von der Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur (Schweiz) und Ludwigshafen (Rheinpfalz) in Verbindung mit der »Union«, E.-G. in Berlin, gelieferten Hochdruckkreiselpumpen zu sein. Während die gewöhnlichen Zentrifugal- oder Kreiselpumpen nur bis zu einer Höhe von 20 bis 30 m brauchbar waren und nur 60% Nutzleistung lieferten, haben die neuen Pumpen einen Wirkungsgrad von 75%.

Das Neue der Hochdruckkreiselpumpen besteht im wesentlichen darin, daß in dem entsprechend geformten Pumpengehäuse ein das Flügelrad konzentrisch umgebender Leitapparat eingebaut ist, in welchem ein Teil der Ausflußgeschwindigkeit aus dem Flügelrade in Druck umgesetzt wird.

Für größere Förderhöhen sind mehrere derartig gebaute Flügelräder mit dem Elektromotor auf einer gemeinschaftlichen Welle angeordnet. Das Wasser wird im ersten Flügelrade auf die der Umlaufzahl entsprechende Pressung gebracht, tritt dann in das zweite Laufrad ein und verläßt dessen Leitrad mit der doppelten Pressung. Vom zweiten Rade geht es in gleicher

Weise durch die folgenden Leit- und Laufräder, sodaß die Endpressung oder Gesamtförderhöhe das  $n$ -fache der Förderhöhe des einfachen Laufrades wird, wenn  $n$  die Zahl der Laufräder bedeutet<sup>1)</sup>.

Die Vorteile der Hochdruckkreiselpumpen sind naheliegend. Zunächst haben sie außer dem Flügelrade und Leitapparat, der Welle und den Lagern keine bewegten Teile, vor allem keine Kolben und Ventile. Sie bieten deshalb gegenüber den Kolbenpumpen eine größere Sicherheit und Dauer des Betriebes. Da die Pumpen am besten elektrisch angetrieben werden, so ist direkte Kuppelung zwischen Pumpe und Motor möglich, mithin fallen alle unsicheren Übersetzungen fort. Sodann haben die Pumpen äusserst geringen Raumbedarf, große Saughöhen beeinträchtigen das Arbeiten dieser Pumpen in keiner Weise. Das Anlaufen geht bei gefüllter und unter Förderdruck stehender Pumpe anstandslos vor sich, was ganz besonders hervorgehoben zu werden verdient. Die Fördermenge kann innerhalb weiter Grenzen durch Drosseln des Ausflusses geändert werden, die Kraftentnahme vom Motor regelt sich dabei von selbst. Die Pumpen arbeiten geräuschlos, brauchen wenig Wartung und nur ganz wenig Schmiermaterial. Endlich sind die Anlagekosten geringer, als bei andern Pumpen für gleiche Leistungen und die Hochdruckkreiselpumpen können schmutziges und sandiges Wasser ohne Gefahr der Abnutzung wichtiger Teile heben.

Unter den mehrfachen Anwendungen, welche jene Pumpen auch für Wasserhaltungen schon gefunden haben, ist besonders diejenige für die Grube Horcajo (Spanien)<sup>2)</sup> hervorzuheben, weil hier der erste größere vollkommen gelungene Versuch damit gemacht wurde.

Es stehen hier drei vierfache Kreiselpumpen in Anwendung, welche auf eine Höhe von 388 m in Kammern nahe am Schachte verteilt und mittels geschlossener Rohrleitung zu einem einzigen Satze verbunden sind. Die unterste Pumpe saugt das Wasser aus dem Sumpfe an, drückt es der nächsten zu u. s. w.

Die drei Pumpen arbeiten vollkommen übereinstimmend, da sie mit gleicher Umlaufzahl betrieben werden und da die gleiche Wassermenge alle Pumpen durchströmt. Abgesehen von den geringfügigen Widerständen der Leitungsröhren überwindet demnach jede der drei Pumpen einen Druck von  $388/3 = 129,3$  m Wassersäule.

---

1) Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ing. 1901, S. 1448. — Glückauf. Essen 1902, S. 353.

2) Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ing. 1901, S. 1549.

## 9. Kapitel.

**Abteufpumpen.**

**50. Allgemeines.** — Beim Abteufen der Schächte bediente man sich früher ausschließlich der Hubpumpen. Druckpumpen, wie sie zu diesem Zwecke in Form von Dampfpumpen mitunter angewendet werden, sind unzweckmäßig. Dagegen eignen sich die Rittingerpumpen sehr gut zum Abteufen und werden den Hubpumpen vielfach vorgezogen<sup>1)</sup>, zumal wegen der bei diesen Pumpen angewendeten Stopfbüchsenliderung ein schnelles Abnutzen der Liderung ausgeschlossen ist.

Auch Pulsometer werden häufig beim Abteufen benutzt<sup>2)</sup>, ebenso eine Reihe neuer Maschinen und Pumpen, wie die Maschinen von Weise & Monski in Halle-Saale, ferner die Worthington-Pumpe, die Dampfpumpe Patent W. Voit, Körtings Elevator (58), Knowles Duplexpumpe<sup>3)</sup>, Hausmanns Membranpumpe und die Zentrifugalpumpen, vergl. 49.

Von besonderer Wichtigkeit für das Abteufen ist das Tomson'sche Verfahren, s. 55. Beim Abteufen in sandigem Wasser empfehlen sich im allgemeinen kolbenlose Pumpen, weil Kolben und deren Liderung durch den Sand zu rasch abgenutzt werden.

Bei den übrigens immer seltener angewendeten Hubpumpen unterscheidet man:

- a) feste Abteufpumpen mit Schläuchern;
- b) bewegliche (fliegende) mit und ohne Schläucher.

**51. Feste Abteufpumpen mit Schläuchern.** — Bei ihnen ist die Pumpe fest verlagert, nur die Saugröhre folgt durch Ausziehen des Schläuchers dem Abteufen allmählich nach.

Der Schläucher *a* (Fig. 642) wird durch eine Stopfbüchse am Degen *b* gedichtet. Der letztere steht aber nicht in fester Verbindung mit der Kolbenröhre, damit man ihn je nach der Lage des tiefsten Einbruches seitlich verstellen kann. Gewöhnlich bedient man sich zur Verbindung einer im Inneren mit einer Spiralfeder versehenen Lederhose *h*.

Ist der Schläucher soweit ausgezogen, daß die Saughöhe 6 bis 7 m erreicht hat, so wird die Kolbenröhre von der Steigeröhre gelöst und auf das vorher fertig gestellte Lager herabgesenkt. Die entstandene Lücke füllt man durch Einbringen eines neuen Rohrstückes am unteren Ende

1) Wabner in Glückauf. Essen 1888, S. 473.

2) R. Wabner in Zeitschr. Oberschl. B.- u. H.-Ver. 1890, S. 365. — Glückauf 1890, S. 649.

3) Österr. Zeitschr. 1890, S. 581. — Zeitschr. d. Oberschl. B.- u. H.-Ver. 1890, S. 517. — Glückauf 1891, S. 70.

der Steigeröhre aus. Schließlich wird auch das Gestänge entsprechend verlängert und das Abteufen fortgesetzt.

Bei starken Wasserzugängen sind feste Abteufpumpen nicht zweckmäßig, weil das Senken zu viel Zeit beansprucht und das Wasser inzwischen aufgeht. Sonst aber sind sie einfach und billig, weil alle besonderen Vorrichtungen zum Senken fortfallen.

**52. Bewegliche Abteufpumpen mit Schläuchern.** — Auch bei diesen Pumpen findet eine periodische Senkung statt, an welcher aber der ganze Pumpensatz teil nimmt. Derselbe ( $p$ ) hängt in Senkbäumen  $s$  (Fig. 643),

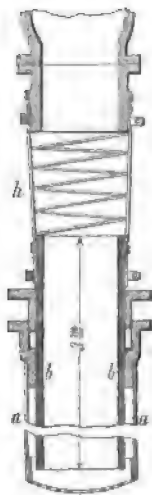


Fig. 642.  
Schläucher und Degen.

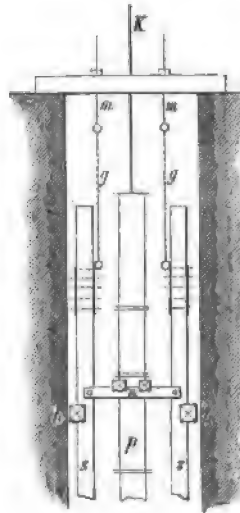


Fig. 643.  
Schraubensenkung.

an deren oberen Enden Verbindungstangen  $g$  mit Senkschrauben  $m$  befestigt sind. Die Senkbäume führen sich in Lehlagern  $h$  und sind durch Querriegel verbunden, welche die Pumpe  $p$  unter den Flanschen mit einer Aushöhlung umschließen.

Die Länge der Senkschrauben muß derjenigen des Schläuchers entsprechen. Die zugehörigen Muttern werden zweckmäßig an der Peripherie gezahnt und entweder mit einer Kurbel und Schnecke ohne Ende oder nach Art der Bohrknarren mit Hebel und Schaltklinke bewegt. Um die Senkung gleichmäßig zu gestalten, verwendet man wohl eine gemeinschaftliche Achse für beide Schrauben.

Hat nach beendetem Senken die Kolbenröhre die für dieselbe vorbereitete Verlagerung erreicht, so wird sie noch verstrebt. Darauf schraubt man die Senkschrauben in die Höhe, und schaltet eine kurze Verbindungsstange ein, bis man die Senkbäume selbst um eine volle Länge ergänzen

kann. Das Aufsetzen der Steigeröhren nebst einem Ausgußstücke findet am oberen Ende statt.

Anstatt der hölzernen Senkbäume verwendet man auch eiserne Senkschienen<sup>1)</sup>, und anstatt der Senkschrauben das hydraulische Senkzeug von Nottebohm<sup>2)</sup>, welches sich auf Ferdinandgrube bei Kattowitz und neuerdings auch auf den Mansfelder Gruben bewährt hat. Dabei sind die Verbindungsstangen der Senkbäume oben durch eine Traverse verbunden. Unter dieser befindet sich der Kolben, welcher in die fest verlagerte Plungerröhre taucht. In das untere Ende derselben mündet ein Rohr mit Hahnverschluß. Denkt man sich die Plungerröhre mit Wasser gefüllt, und den Mönchskolben in seiner höchsten Stellung, so erfolgt das Sinken einfach durch Öffnen des Hahnes und Ablassen des Wassers. Nach erfolgtem Senken löst man die Verbindungsstangen vom Senkbaume, preßt mittels einer kleinen Pumpe Wasser in die Plungerröhre und bringt damit den Kolben mit den Verbindungsstangen in die höchste Stellung. Diese Einrichtung kostet nur die Hälfte mehr als Schraubsenkzeug, ist aber weit sicherer und bequemer zu handhaben, als dieses.

**53. Bewegliche Abteufpumpen ohne Schläucher.** — Den geringsten Aufenthalt beim Senken hat man bei den beweglichen Pumpen ohne Schläucher. Dieselben bilden in ihrer ganzen Länge eine steife Verbindung und stehen mit dem birnförmigen Korbe der Saugröhre in der Schachtsohle auf, jedoch nicht mit ihrem ganzen Gewichte, sondern nur so weit, daß sie eben von selbst sinken, sobald ihnen mit dem Vertiefen der Schachtsohle der Boden entzogen wird. Zu diesem Zwecke sind die Pumpen am besten an Erdwinden<sup>3)</sup> oder Dampfkabeln mit Bremse aufgehängt.

Das Aufsetzen der Steigeröhren, sowie das Ergänzen der Senkbäume findet ebenso, wie bei den beweglichen Pumpen mit Schläucher, am oberen Ende statt.

Die Führungen der Senkbäume oder Senkschienen müssen so eingerichtet sein, daß diese sich nirgends aufsetzen können.

Karlik versieht jedes Aufsatzrohr mit einem Stutzen, um nach Anschrauben eines Lederschlauches das Ausgießen an jeder Stelle bewirken zu können<sup>4)</sup>. Auch wird der unterste Satz vor jedesmaligem Abschießen mit Dampfkabeln angehoben.

**54. Wasserlosung mit Hilfe eines Bohrloches.** — Ein sehr einfaches Mittel, die Wasserhaltung beim Abteufen ganz zu ersparen, ist das Herstellen eines Bohrloches bis auf eine tiefere Sohle, wobei das Wasser einem Wasserhaltungsschachte zugeführt wird. Indes ist man dabei

1) v. Hauer a. a. O. S. 732.

2) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 241. — v. Hauer a. a. O. S. 732.

3) Schantz in Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 223.

4) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1893, S. 286. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1892, S. 450.

nicht sicher, daß sich das Bohrloch durch hineinfallende Gesteinsstücke verstopft. Ist das Bohrloch verrohrt, so kann man dies dadurch vermeiden, daß man die Verrohrung einige Meter über das Schachtgesenk hinausragen läßt. Damit treten aber wieder andere Übelstände ein, indem das Rohr beim Sprengen zusammengepreßt, oder oben umgebogen werden kann.

Beim Abteufen des Schöllerschachtes in Libuschin bei Kladno hat man sich gegen die Gefahren, das Abteufen durch derartige Vorkommnisse gestört zu sehen, in ebenso einfacher, als praktischer Weise dadurch geholfen, daß man in das über der Schachtsohle emporragende Rohr ein stählernes, gezogenes Schutzrohr einsetzte und in dieses ein gebogenes, auf dem oberen Rande der Verrohrung mit einer Manschette dicht abschließendes eisernes Rohr steckte. Nachdem man über das freie Ende einen Spiralschlauch geschoben hatte, war ein Heber hergestellt, der das Wasser dauernd von der Sohle fortnahm. Vor dem Schießen wurde der Heber hochgezogen, gleichzeitig aber ein in die Verrohrung in der Höhe, bis zu welcher das Wasser während des Schießens zu steigen pflegte, gebohrtes und mit einem Spund verschlossenes Loch geöffnet, sodaß das Wasser von da ab in die Verrohrung einfließen konnte. Dadurch wurde in dieser eine solche Depression erzeugt, daß der Heber nach der Wiedereinführung des gebogenen Rohres und Verdichten der Verschlußmanschette mit Letten sofort wieder in Gang kam, worauf das erwähnte Loch wiederum verschlossen wurde<sup>1)</sup>.

**55. Tomsons Verfahren.** — Nach einem Vorschlage des Bergwerksdirektors Tomson in Dortmund werden 2 runde Gefäße im Schachte an Seilen so aufgehängt, daß sie dem Abteufen entsprechend tiefer gebracht werden können. Diese Gefäße sind am Boden mit Ventilen versehen, um sich bei Wasseraufgang von selbst füllen zu können, während dies beim Abteufen durch Pumpen (Pulsometer, Duplex-, Mammuth-, Oddessepumpen) geschieht. Aus den Behältern schaffen besondere, am unteren Ende gleichfalls mit einem Ventile versehene, oben und unten konisch geformte Tonnen das Wasser zu Tage<sup>2)</sup>. Diese hatten beim Abteufen der Kalischächte Glückauf bei Sondershausen und Wintershall bei Heringen a. d. Werra einen Inhalt von 10 cbm und entleerten sich selbsttätig. Das Verfahren hat sich in vielen Fällen<sup>3)</sup> praktisch bewährt und ist besonders dann zu empfehlen, wenn es sich um große Schachttiefen handelt und wenn der Schacht beim Abteufen vollständig frei von Pumpenlagern u. dergl. gehalten werden muß, um beim Erschroten starker Zuflüsse jederzeit zum Abbohren des Schachtes nach Kind-Chaudron übergehen zu können. Die Förderseile sind am besten Bandseile, um den Drall der runden Seile zu

1) Österr. Zeitschr. 1901, S. 561.

2) v. Hauer a. a. O. S. 752.

3) Preuß. Zeitschr. 1890, Bd. 38, S. 267.



vermeiden. Auf dem Schachte der Zeche Minister Achenbach hat man  $\frac{1}{2}$  cbm pro Min. aus 400 m Tiefe gehoben<sup>1)</sup>, der Apparat war auf 2 bis 3 cbm aus 350 bis 450 m Teufe berechnet.

Bei dem Schachtabteufen auf Zeche Sprockhövel im Bergreviere Witten hat man außer andern Verbesserungen anstatt eines eisernen Verbindungsrohres zwischen den beiden Wasserbehältern einen Gummischlauch angebracht, um nicht an eine ganz genaue Entfernung der Behälter gebunden zu sein. Auch sind zur Entleerung der Wasserkübel an der Hängebank seitliche Klappen angebracht, während Tomson die Entleerung durch die Einlaufventile am Boden bewirkt. Die seitliche Entleerung, welche in ein Gerinne erfolgt, ist einfacher, als diejenige durch ein Bodenventil.

Zum Teil durch die Tomsonsche Wasserzieheinrichtung und durch rationelle Einrichtung der Arbeit sind bei Schacht V der Gewerkschaft Aschersleben und bei den Schächten der Georgmarienhütte bei Werne beim Abteufen vorzügliche Resultate erzielt, so im ersten Falle für die Gesamtteufe von 286 m durchschnittlich 1,2 m pro Tag, im letzteren Falle bei 580 m Teufe 29 m im Monat, beides einschließlich des Ausbaues mit Tubblings.

Die Firma H. & G. Großmann in Dortmund hat die Sammelgefäße auf einen Träger gestellt, der an zwei Kabeln eingesichert ist. Die Zubringerpumpen sind unten fest damit verbunden.

Das Tomsonsche Verfahren empfiehlt sich besonders bei Teufen von über 130 m.

## 10. Kapitel.

### Andere Mittel zur Wasserhaltung.

**56. Allgemeines.** — Die bisher besprochenen Pumpen waren ausschließlich für Schächte oder einfallende Strecken, immer aber für Wasserhebung auf größere Höhen bestimmt.

Beim Betriebe der Grubenbaue kommen aber außerdem zahlreiche Fälle vor, wo es sich darum handelt, erschotene geringe Wasserzugänge auf kleine Höhen, oder größere Massen zeitweilig, und um den Pumpen zu helfen, auf bedeutendere Höhen zu schaffen.

Unter den durch die Literatur bekannt gewordenen Apparaten haben die meisten nur historisches Interesse und werden beim Grubenbetriebe kaum angewendet, weshalb deren spezielle Beschreibung hier übergangen werden kann. Dahin gehören: Wasserwippe, Zickzackmaschine, Wurfrad,

<sup>1</sup> Glückauf 1899, S. 389; 1901, S. 755.

Stoßheber oder hydraulischer Widder<sup>1)</sup>, Schlauchmaschine, Schöpfrad<sup>2)</sup>, Wasserschraube und Wasserschnecke<sup>3)</sup>, Schwungpumpe von Langsdorf<sup>4)</sup>, Luftmaschine von Höll<sup>5)</sup>, Kettenkünste oder Paternosterkünste<sup>6)</sup> u. s. w.

Außerdem gibt es noch eine größere Zahl von Apparaten, welche für die Wasserhebung auch jetzt noch Anwendung finden, aber mehr über Tage für Bau- und landwirtschaftliche Zwecke. Auch in Bezug auf diese kann auf die einschlagende maschinentechnische Literatur verwiesen werden.

**57. Wasserhebung mit Eimern und Schaufeln.** — Die einfachste Art der Wasserhebung ist diejenige mit Eimern und Schaufeln, welche angewendet wird, wenn das Wasser nur auf geringe Höhen, etwa über einen Damm hinweg zu schaffen ist. Kann man dabei voll schöpfen, dann sind Eimer zweckmäßig, handelt es sich aber darum, die Sohle eines Ortes trocken zu erhalten, z. B. beim Betriebe eines mit schwachem Einfallen betriebenen Gegenortes, dann sind muldenförmige Schaufeln, mit denen man das Wasser aus den tiefsten Stellen »auspützen« kann, zweckmäßiger.

**58. Strahlpumpe.** — Die Dampfstrahlpumpe oder der Injektor von Giffard<sup>7)</sup> ist beim Bergbau vielfach angewendet. Allerdings ist der Dampfverbrauch sehr viel größer, als bei Dampfmaschinen, indes sind jene Apparate wegen ihrer Billigkeit, leichten Bewartung, sowie wegen ihrer schnellen und nur wenig Raum beanspruchenden Aufstellung für vorübergehende Zwecke zu empfehlen. Auch kann statt Dampf Wasser angewendet werden.

Das Prinzip des Injektors ist folgendes: Bei *A* (Fig. 644)<sup>8)</sup> strömt Dampf ein, geht nach dem Zurückziehen der Spindel *E* durch die Düse *F* und saugt durch *D* Wasser an, welches sich in der Mischdüse *B* mit dem Dampfe mischt und denselben kondensiert. Dadurch wird dem zutretenden Wasser der nötige Überdruck verliehen, um durch die Öffnung *x* hindurch und bei *c* mit entsprechend großer Geschwindigkeit ausströmen, bezw. in einer dort angeschlossenen Röhre aufsteigen zu können.

In Friedrichsthal bei Saarbrücken<sup>9)</sup> wurden in der Minute 0,022 bis 0,025 cbm Wasser auf 17 m Höhe gehoben. — Auf Gräfin Lauragrube

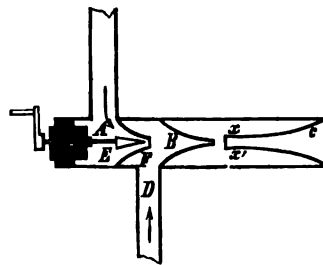


Fig. 644. Dampfstrahlpumpe.

1) Weisbach a. a. O. S. 759.

2) Ebenda S. 791.

3) Ebenda S. 811, 919.

4) Ebenda S. 834.

5) Ebenda S. 977.

6) Ebenda S. 799.

7) Weisbach a. a. O. S. 1180. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1862, S. 27.

8) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 532.

9) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 67.

in Oberschlesien<sup>1)</sup> wurde die Wasserhaltung in einer 127 m langen einfallenden Strecke, bei 11° Einfallen von 4,4 m Seigerteufe, mit einem Injektor besorgt, welcher 0,098 cbm in der Minute hob.

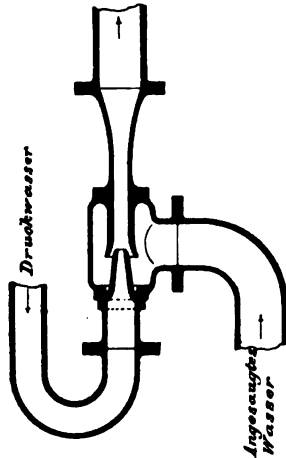


Fig. 645. Körtings Elevator.

Die Druckpumpe (der Injektor) von Friedmann<sup>2)</sup>, sowie die Wasserstrahlpumpe von H. Flottmann & Co. in Bochum beruhen auf demselben Prinzip.

In neuerer Zeit haben sich die Strahlapparate von Körting in Hannover<sup>3)</sup> vielfach auch beim Abteufen Eingang verschafft. Das Druckwasser wird entweder durch besondere Pumpen, wie in Lintorf (Rheinland), oder durch natürliches Gefälle, wie in St. Andreasberg, oder durch Anbohren einer Pumpensteigeröhre, wie auf der Steinkohlengrube Dahlbusch bei Gelsenkirchen, beschafft.

Der Apparat (Fig. 645) ist sehr einfach, billig, dauerhaft, leistungsfähig, und braucht beim Abteufen lediglich eingehängt zu werden. Bei einem Verbrauche von 60 bis 90 l Kraftwasser von 14 Atm. Druck hebt der Körtingsche Apparat 370 l Wasser 30 m hoch.

59. **Pulsometer oder kolbenlose Dampfpumpen<sup>4)</sup>.** — Diese vom Amerikaner Hall gebauten, auf dem Prinzip der Savaryschen Dampfmaschine beruhenden, neuerdings vielfach verbesserten Apparate werden ebenfalls mit direktem Dampfdrucke betrieben. Aus zwei nebeneinanderliegenden Kammern wird abwechselnd das Wasser durch ein Druckventil in die Druckröhre geschafft. Der die Kammern ausfüllende Dampf wird durch Einspritzwasser kondensiert und dadurch der Eintritt des Wassers durch ein Saugventil ermöglicht. Der abwechselnde Zutritt des Dampfes wird durch eine aufrecht stehende, abwechselnd nach rechts und links schlagende Pendelzunge geregelt. Das Spiel der Pendelzunge bewirkt der Druck des eintretenden Dampfes, sobald in der einen oder andern der beiden Kammern das Vakuum eintritt.

Doppeltwirkende Pulsometer (D. R. P. Nr. 24806) mit Saugwindkessel und Fußventil können auch Luft ansaugen, sind deshalb für das Abteufen

1) Serlo a. a. O. 1884, II, S. 533. — Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenm. Vereins. Beuthen 1871, S. 111. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1871, S. 347.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 16, S. 116. — Bull. de la soc. de l'ind. min. sér. 2, t. I. S. 539.

3) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. 17, S. 757; Bd. 20, S. 374. — Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 248; 1889, Bd. 37, S. 129; 1890, Bd. 38, S. 267.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1880, S. 289; 1883, S. 279.

von Schächten brauchbar und werden für diesen Zweck auch sehr häufig angewendet, weil sie schnell und leicht mit Ketten oder Seilen eingehängt werden können, wenig Wartung brauchen und auch unter Wasser arbeiten.

Der Dampfverbrauch wird von der Fabrik (Carl Eichler, Berlin S.W. 48, Wilhelmstraße 128) zu  $\frac{1}{2}$  bis 1 kg Steinkohlen für 1000 Liter gehobenen Wassers, je nach der Größe der Förderhöhe, angegeben. Mit doppelt-wirkenden Pulsometern ist eine Leistung von etwa 7000 mkg mit 1 kg Dampf erreicht, während man früher nicht mehr als 4000 mkg erzielte<sup>1)</sup>.

Pulsometer sind namentlich im Vergleich gegen lebende Arbeitskräfte und in solchen Fällen, wo es in erster Linie auf Handlichkeit und Bequemlichkeit ankommt, sehr vorteilhaft zu verwenden<sup>2)</sup>.

Die größten Pulsometer haben 2,4 m Höhe, 1,9 m Länge und 1,4 m Breite; bei 20 bis 30 m Förderhöhe ist dann die Leistung 0,08 cbm in der Sekunde. Die Saughöhe soll nicht größer als 4 bis 5 m sein.

Zu erwähnen sind noch die »Präzisionspulsometer« von Koch, Bantelmann & Paasch in Buckau-Magdeburg, ferner die einkammerigen Pulsometer, die kolbenlosen Membrandampfpumpen von P. Haussmann in Magdeburg-Sudenburg<sup>3)</sup>, die doppelt wirkenden Pulsometer von Gebr. Körting-Hannover, sowie die Verbesserungen an den Steuerungen dieser Apparate; endlich die »Pulsatoren«, System Peter, welche auf der Eisensteinsgrube Bieber in Hessen den Pulsometern vorgezogen wurden, weil sie bei ihrer einfachen Konstruktion fast nie versagen.

**60. Heber.** — Ein sehr einfacher und in vielen Fällen beim Grubenbetriebe zweckmäßig zu verwendender Apparat ist der Heber. Derselbe besteht für Grubenzwecke aus Röhren von Zinkblech oder Gußeisen, beide gewöhnlich mit Flantschenverbindung, hat einen kurzen Schenkel zum Ansaugen und einen längeren zum Ausfließen des Wassers. Der erstere muß, weil das Empordrücken des Wassers durch den Druck der Atmosphäre erfolgt, weniger als 10 m Seigerhöhe haben. Danach ist der Heber keine eigentliche Wasserhebemaschine, sondern ein Apparat, welcher das Wasser über eine Höhe von weniger als 10 m nach einem Punkte schafft, welcher tiefer liegt, als die Einsaugeöffnung des Hebers.

Der Heber bietet wesentliche Vorteile. Sein Betrieb erfordert keine bewegende Kraft, mithin auch keine Kosten, und bleibt bei entsprechender Aufsicht in ununterbrochenem Gange.

Die einzigen Störungen werden durch die Luft veranlaßt, sobald sich dieselbe in großer Menge am höchsten Punkte im Heber ansammelt, daß die Wassersäule abgerissen wird. Man muß deshalb die Luft durch dichte Verbindung der Röhren, event. auch durch Bestreichen von Gußeisenröhren

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1893, S. 769.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, Bd. 30, S. 16. — C. Eichler, Über Pulsometer. Berlin 1878. — v. Hauer a. a. O. S. 766. — Preuß. Zeitschr. 1878, Bd. 26, S. 375; 1880, Bd. 28, S. 247; 1881, Bd. 29, S. 253.

3) Preuß. Zeitschr. 1891, Bd. 38, S. 104.

mit Asphaltteer, sowie ferner dadurch fern zu halten suchen, daß man beide Mündungen stets unter Wasser hält.

Bei Muffenverbindung der Röhren erfolgt die Dichtung durch Eisenkitt, bei Flanschen durch Ringe von Blei, Leder, Kautschuk u. s. w.

Die trotz aller Vorsicht sich ansammelnde Luft wird durch Luftpumpen oder andere am höchsten Punkte des Hebers anzubringende Apparate<sup>1)</sup> entfernt.

An der Eintrittsöffnung soll sich ein einfaches, selbsttätiges Teller- oder Klappenventil, am Ausflusse dagegen, welcher sich in einem Wasserkasten befinden muß, ein stellbares Ventil befinden. Dasselbe hat am Raibler See die in Fig. 646 dargestellte Einrichtung<sup>2)</sup>.

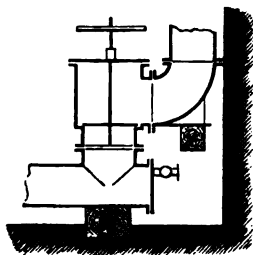


Fig. 646. Heberventil.

Damit ist der Vorteil verbunden, daß man nur die Ausflußöffnung zu stellen hat und zwar so lange, bis der Wasserspiegel im Saugebehälter unverändert bleibt, mithin der Ausfluß dem Zuflusse genau entspricht. Das Einlaßventil regelt sich dabei von selbst, schließt sich aber, wenn bei einer Störung im Betriebe des Hebers das Wasser eine rückläufige Bewegung machen sollte, sodaß die Steigeröhre voll Wasser bleibt.

Der Heber wird am einfachsten in Gang gesetzt, indem man ihn durch ein am höchsten Punkte eingeschaltetes Trichterstück mit Wasser füllt und sodann die vorher geschlossene Ausströmung öffnet. Nur wenn dieses Verfahren etwa wegen Mangels an Wasser nicht ausführbar ist, legt man eine saugende Luftpumpe vor die Ausströmung, beim Betriebe braucht dieselbe nicht tätig zu sein. Bringt man die Luftpumpe, wie es ebenfalls geschieht, am höchsten Punkte an, dann kann man sie auch während des Betriebes zur Entfernung der angesammelten Luft benutzen.

Nach v. Hauer ist es zweckmäßig, der Lagerröhre, d. h. der Verbindung zwischen Steige- und Fallröhre, eine Neigung nach der Fallröhre zu geben, damit sich die Luft über der Steigeröhre ansammeln kann.

Von ausgeführten größeren Heberanlagen sind folgende zu nennen.

Am Ernst Auguststollen im Felde der Grube Bergwerkswohlfahrt bei Clausthal<sup>3)</sup> hatte die Steigeröhre  $4\frac{1}{2}$  m seigere Höhe, die Lagerröhre 800 m, die Fallröhre 10 m Länge. Die Röhren bestanden aus Zinkblech, waren 156 mm weit und hatten 2 mm Wandstärke. Das anfängliche Einbiegen der Röhren durch den äußeren Luftdruck hörte auf, sobald man den stellbaren Verschuß an der Steigeröhre durch ein selbsttätiges Ventil ersetzt hatte.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1858, S. 394. — v. Hauer a. a. O. S. 777.

2) v. Hauer a. a. O. S. 775.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1858, S. 273.

Zu Diepenlinchen bei Stolberg<sup>1)</sup> kam ein Heber von 170 m Röhrenlänge in Anwendung, in Raibl<sup>2)</sup> beträgt die Gesamtlänge der Röhren 2021 m, der Durchmesser 40 cm.

Auf Vereinigte Mathildengrube in Oberschlesien wurde auf einer oberen (138 m) Sohle eine einfallende Strecke im Gerhardflötz getrieben, um dasselbe zum Abbau vorzurichten, bevor in der 160 m Sohle mit einem Querschlage ins Liegende und einem Überbrechen an einem Sprunge die Ausrichtung erfolgen konnte. Die Wasserzuflüsse waren reichlich, wurden aber durch eine einfache Heberanlage ohne jede Schwierigkeit beseitigt. Übrigens dürfte es sich in solchen Fällen empfehlen, das untere Ende der Steigeröhre mit einem Schläucher zu versehen, um die Steigeröhre mit dem Vorücken der einfallenden Strecke u. s. w. verlängern zu können.

**61. Wasserhebung am Förderseile.** — Die Wasserhebung am Förderseile oder das Wasserziehen geschieht entweder dauernd oder vorübergehend, mit dem Haspel oder der Fördermaschine.

Das dauernde Wasserziehen wendet man zur Ersparung der Pumpenanlagen bei geringen Wasserzuflüssen an. Auf den Gruben Böllhorst und Laura bei Minden hatte man zu dem Zwecke unter den Förderkörben Wasserkasten mit Klappen an den Seitenwänden nahe am Boden angebracht, welche sich beim Aufsetzen am Füllorte im Sumpfe füllten und durch Aufziehen der Klappe an der Hängebank entleert wurden.

Bei Haspelförderung wendet man Wasserzuber an, welche nach oben enger werden, um das Ausschütten des Wassers beim Schwanken des Gefäßes zu vermeiden. Die Zuber fassen 0,06 bis 0,12 cbm, die Leistung beträgt für einen Arbeiter und die achtstündige Schicht nach Bornemann<sup>3)</sup> 135 000 kg.

Zuber oder Kübel werden wie Bergkübel entleert, also entweder direkt am Schachte durch Ausstürzen in einen Wasserkasten mit Gerinne oder dadurch, daß man den mit Zapfen versehenen Zuber auf einen Gestellwagen setzt und am Rande der Halde umkippt.

Beim Abteufen mit der Fördermaschine verfährt man in derselben Weise, nur mit dem Unterschiede, daß man entsprechend größere Kübel oder Tonnen anwendet. Findet aber das Wasserziehen in versoffenen Schächten zur Aushilfe oder an Stelle der Wasserhaltungsmaschine, also vorübergehend statt, wobei die Tonne vollständig unter Wasser taucht, so gibt man der letzteren ein Bodenventil, welches sich beim Einlassen ins Wasser von selbst öffnet. Auf der Hängebank schiebt man entweder ein auf Rädern fahrbares Gerinne unter die Tonne und hebt das mit einer Stange versehene Ventil an, oder man zieht die Tonne aus dem Schachte heraus und läßt sie in einem Kasten aufsetzen, welcher mit einem zum

---

1) Preuß. Zeitschr. 1861, Bd. 9, S. 182.

2) v. Hauer a. a. O. II, S. 779.

3) Freiburger Jahrbuch 1872, S. 158. — v. Hauer a. a. O. S. 748.

Aufstoßen des Ventiles bestimmten Dorne versehen ist. Die vom Wasserkasten ausgehenden Gerinne müssen das Wasser so weit fortführen, daß es nicht durch das Haldengebirge in den Schacht zurückfallen kann.

Im allgemeinen ist diejenige Methode des Entleerens die beste, welche am wenigsten Zeit und Arbeitskräfte erfordert. Man soll deshalb beim Sumpfen versoffener Gruben das Fahren des Wassers über Tage möglichst vermeiden und dasselbe vom Schachte aus selbsttätig abfließen lassen. Aus diesem Grunde ist es nicht zweckmäßig, das Wasserziehen mit Wasserrwagen vorzunehmen, welche in Förderkörben stehen, oben teilweise geschlossen und am Boden mit einem Ventile versehen sind, zumal dadurch die tote Seillast bedeutend vermehrt wird.

Dagegen hat man vielfach in Schächten mit Gestellförderung Wasserkasten<sup>1)</sup> aus Holz oder besser aus Eisen<sup>2)</sup> mit einem Inhalte bis zu 3 cbm angewendet, welche die Fördertrümmer ganz ausfüllen. Dieselben sind am unteren Ende, um das Einsinken ins Wasser zu erleichtern, zugeshärft, haben ein Bodenventil und daneben bisweilen noch ein möglichst großes Entleerungsventil. Dasselbe wird entweder aufgezogen, oder mittels einer Hebelvorrichtung an der nach oben gehenden Stange gegen einen festen Widerstand gestoßen und selbsttätig geöffnet.

Das Entleerungsventil, deren man übrigens auch mehrere anbringen kann, wird zweckmäßig an die dem Abflusse zugekehrte Seite gelegt und ein feststehender Abflußkasten möglichst dicht an den Schacht gebracht. Da hierbei Wasserverluste gegen das Ende der Entleerung, wo der Druck nachläßt, unvermeidlich sind, so kann man die Ausflußöffnung des Kastens mit einer Lederhose versehen, welche vor dem Öffnen des Ventiles in den Kasten gelegt wird. Auch kann man in der vorhin schon erwähnten Weise ein kurzes fahrbares Gerinne unterschieben, welches in einen tiefer liegenden und mit weiteren Abflußgerinnen versehenen Kasten ausgießt.

Bei hölzernen Kästen muß der Boden von allen Seiten her nach dem Entleerungsventile geneigt sein, weil sonst der letzte Rest des Wassers zu langsam ausfließt.

---

1) v. Hauer a. a. O. II, S. 752.

2. Preuß. Zeitschr. 1890, Bd. 38, S. 267.

## B. Verdämmung<sup>1)</sup>.

### 11. Kapitel.

#### Verdämmung in Strecken.

**62. Allgemeines.** — Das Anbringen von Dämmen in Strecken hat den Zweck, den Wasserzufluß dauernd oder zeitweilig abzusperren. Im letzteren Falle muß eine Abflaßvorrichtung angebracht sein, im ersteren legt man nur dann eine Abflußröhre ein, wenn man dem Wasser während des Dammbaues einen Abfluß verschaffen muß. Diese Röhre wird später verschlossen, jedoch mit einer Vorrichtung zum Anschlusse einer Röhrenleitung versehen, für den Fall, daß man das Wasser später zum Betriebe von Kraftmaschinen verwenden will.

Bei allen Arten von Dämmen ist das sorgfältigste Auswählen und Herichten der Dammstelle von großer Wichtigkeit. Das Gestein an der Dammstelle muß fest und unzerklüftet sein, die letztere selbst glatte Flächen bilden, welche durch Schlägel und Eisen hergestellt werden; nur bei großer Eile ist es gerechtfertigt, mit Sprengen vorzuarbeiten und die Vertiefungen mit Zement zu verstreichen, jedoch ist der Erfolg immer fraglich.

Muß beim Einbauen des Dammes auf der Rückseite desselben gearbeitet werden, so ist eine Öffnung (Mannloch) zu lassen, welche erst ganz zuletzt geschlossen wird.

Das Material für die Dämme ist Eichenholz oder Stein. Bei den hölzernen Dämmen wirkt der Wasserdruck entweder rechtwinklig gegen die Längsrichtung — Balkendämme — oder gegen das Hirnholz — Keilverspündungen. Balkendämme sind entweder liegend oder stehend, je nachdem die Hölzer die geringste Länge bekommen.

**63. Balkendämme.** Die Balkendämme unterscheidet man in stehende und liegende. Bei den ersteren werden diejenigen Gesteinsflächen, welche vom Hirnholze der Balken berührt werden, von der Wasserseite her mit Schlägel und Eisen unter einem Winkel von 20° zugeführt, während die beiden andern Flächen unter sich parallel bleiben. Die Breite der Flächen soll die Stärke des Dammes um  $\frac{2}{3}$  übersteigen, damit derselbe vom Wasserdrucke etwas vorgeschoben werden kann.

Um beim Einbauen des Dammes in der Sohle arbeiten zu können, wird vor und hinter der Dammstelle ein Betondamm zwischen zwei Pfostenlagen hergestellt und das Wasser in einem Gerinne übergeführt.

<sup>1)</sup> Karstens Archiv Bd. 14, S. 39; Bd. 25, S. 3. — Preuß. Zeitschr. 1857, Bd. 4, S. 139. — Ponson a. a. O. t. III, S. 363. — Gaetschmann in Jahrb. f. den B.- u. H.-Mann. Freiberg 1841, S. 25. — Berggeist 1866, S. 297, 305.



Die schräg zugeführten Flächen in Firste und Sohle werden mit einer Mooslage und diese wieder mit Brettstücken bedeckt, deren Längsfasern in der Streckenrichtung liegen. Sodann werden die auf drei Seiten beschlagenen, vorher passend zugeschnittenen Balken, von den Wangen nach der Mitte zu fortschreitend, eingebracht und an den Enden gegen die bei der Zuführung der schrägen Flächen gebildete Gesteinsbrust durch Streben *s* (Fig. 647) befestigt, damit sie beim nachherigen Verkeilen nicht ausweichen können.

Die Balken an den beiden Streckenwangen werden so zugearbeitet, daß vorn ein 26 mm weiter Raum bleibt, während sie hinten dicht anschließen, damit man demnächst die Dichtung und Verkeilung anbringen kann.

Der mittlere Balken, welcher schon vorher zurückgeschoben war, wird schließlich mittels einer Stange *b* (Fig. 647 und 648), sowie einer Winde

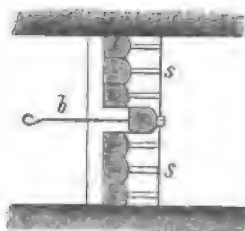


Fig. 647.  
Stehender Balkendamm (Grundriß).

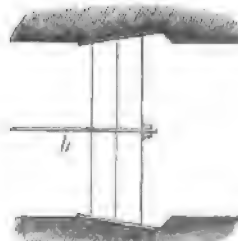


Fig. 648.  
Stehender Balkendamm (Aufriß).

hereingezogen und bis zur beendeten Verkeilung festgehalten. Die Stange trägt hinten eine festgestellte Schraubenmutter, welche durch entsprechende Drehung des Bolzens abfällt, worauf derselbe herausgezogen und das Loch durch einen eingeschlagenen Spund und durch Kreuzkeile geschlossen werden kann.

Nach dem Einbringen des mittleren Balkens werden zunächst sämtliche Fugen von den Streckenstößen nach der Mitte zu mit geteertem Werg oder Moos verstopft, worauf, von der Mitte aus beginnend, eine Verkeilung zuerst mit Flachkeilen, sodann mit Spitzkeilen aus hartem Holze in derselben Weise erfolgt, wie es beim Picotieren der Keilkränze (s. d.) beschrieben ist.

Dicht unter der Firste wird gewöhnlich einer der Balken durchbohrt, um die eingeschlossene Luft herauszulassen. Bringt das Loch Wasser, so wird es ebenfalls verschlossen. Man erreicht damit den Vorteil, daß die ganze Hinterfläche des Dammes von Wasser berührt und dadurch besser gegen Fäulnis geschützt wird.

Vor dem Damme wird dann schließlich eine starke Verstrebung angebracht, um ein Durchbiegen der Balken zu verhüten.

Dergleichen stehende Dämme können bei 50 cm Stärke einen Wasserdruck bis zu 80 m Höhe oder rund 8 Atmosphären aushalten.

Bei den liegenden Balkendämmen bekommt das Gestein nach der trockenen Seite hin einen geraden Stoß, vor welchen die einzelnen Balken gelegt, auf der hinteren Seite gedichtet und verkeilt werden. Die auf der Rückseite des Dammes beschäftigten Arbeiter finden schließlich einen Ausgang durch ein Mannloch, welches auf der Wasserseite mit einer auf Lederscheiben schlagenden Klappe verschlossen wird.

**64. Keilverspündungen<sup>1)</sup>.** — Die Keildämme oder Keilverspündungen sind zuerst im sächsischen Erzgebirge ausgeführt. Sie haben im ganzen die Form eines abgestumpften Kegels mit gerade abgeschnittenen Grundflächen und sind aus einzelnen Balken zusammengesetzt, deren verlängert gedachte Kanten in einem Mittelpunkte zusammentreffen würden.

Ein Keildamm wirkt wie ein Spund, welcher zwischen entsprechend zugearbeiteten Flächen in eine Strecke eingetrieben wird. Die Zuführung muß aber um das  $1\frac{1}{2}$ - bis 2-fache länger sein, als der Damm, weil derselbe später durch den Wasserdruck vorgetrieben wird.

Obgleich die Keilverspündungen ihrem Zwecke auch für größere Druckhöhen vollständig entsprechen, da für die Stärke der Dämme weite Grenzen gegeben sind, so zieht man die gemauerten Kugeldämme (66) dennoch vor, weil sie bei gleicher Sicherheit weit weniger umständlich auszuführen sind.

**65. Massive Mauerkörper,** welche lediglich durch ihr Gewicht wirken, kommen nur ausnahmsweise in Anwendung<sup>2)</sup>, weil sie sorgsam ausgeführt werden müssen und dennoch nicht so zuverlässig sind, als gewölbte Dämme.

**66. Zylinder- und Kugeldämme.** — Zylinderdämme sind solche, deren Form einem Stücke gleicht, welches mit zwei radialen, parallel zur Längsachse geführten Schnitten aus einem hohlen Zylinder herausgeschnitten ist. Dieselben erfüllen ihren Zweck nicht so vollständig, als die Kugeldämme, welche man sich als ein mit radialem Schnitte aus einer Hohlkugel herausgenommenes Stück vorstellen kann.

Als Material dienen die härtesten Ziegel (Klinkerziegel), seltener Bruchsteine, und hydraulischer Mörtel.

Eine Fahrröhre ist nicht notwendig, weil die Mauerung von hinten nach vorn ausgeführt wird. Auch die Luftröhre würde bei gemauerten Dämmen überflüssig sein, weil der bei Holzdämmen angeführte Grund des Verfaulens der nicht vom Wasser berührten Flächen wegfällt und der

1) Karstens Archiv, S. 84. — Gaetschmann in Jahrb. f. d. B.- u. H.-Mann. Freiberg 1839, S. 9; 1841, S. 25.

2) Ponson a. a. O. t. III, S. 402. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865. S. 185. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Berlin. Bd. 14, S. 200. — Chanselle, Serrement en maçonnerie, in Bull. de la soc. de l'ind. min. Paris, t. XIV, p. 209.

Druck auf die einzelnen Stellen des Dammes durch die eingeschlossene Luft in keiner Weise beeinflußt wird. Da jedoch das Mauermaterial porös ist, so wird ein solcher Damm erst dann vollständig dicht, wenn in demselben eine Versinterung stattgefunden hat. Dieselbe kann aber nur dann gleichzeitig in dem ganzen Dammkörper vor sich gehen, wenn eine Luft-röhre eingelegt ist. Die vollständige Versinterung und Abdichtung des Dammes ist erfolgt, wenn sich die ganze vordere Fläche desselben mit einer weißen Kruste bedeckt zeigt.

Soll das Wasser hinter dem Damme später wieder abgezapft werden, so muß man auch eine Wasserröhre einlegen, welche innerhalb der Mauer mehrere Flantschen erhält und nach vollständigem Erhärten des Dammes vorn durch einen Deckel mit Dichtung geschlossen wird.

Die Zuführung der Dammstelle beträgt etwa 54 cm auf 1 m Mauerstärke. Auf der Zeche Eintracht bei Steele hat ein Damm bei innerer Sehne von 1,25 m und 130 mm Spannung einen Radius von 1,569 m.

Eine Verlängerung der Zuführung (Widerlager) nach vorn, wie bei den Keildämmen, ist nicht erforderlich, weil die Mauerdämme durch den Druck nicht vorwärts geschoben werden.

Bisweilen werden die Widerlager gesichert, indem man an ihnen, wie auf der Grube Präsident bei Bochum<sup>1)</sup>, das Gestein teilweise durch Mauerwerk ersetzt, oder einen Teil der Strecke vor und eventuell auch hinter dem Damme wasserdicht ausmauert.

Beim Mauern schreitet die Arbeit von unten nach oben und dabei in jeder Lage von den Stößen nach der Mitte fort. Das Schließen läßt sich entweder direkt an der Firste bewirken, oder besser, indem man vorab durch Überkragung der Steine die Firste bekleidet und zuletzt die Öffnung darunter schließt.

Auf den Oberharzer Gruben sind mehrere Kugeldämme aus Klinkerziegeln und Zement hergestellt und haben ihrem Zwecke überall vollständig entsprochen. Auf Grube Samson bei St. Andreasberg sind beispielsweise durch einen Damm von 2 m Stärke und 5 m Krümmungshalbmesser die Wasser bei einer Druckhöhe von 400 m völlig zurückgedämmt.

**67. Dammtüren.** — Dieselben werden angewendet, um unterirdische Wasserhaltungsmaschinen vor dem Versaufen zu schützen, oder um beim Grubenbetrieb später zu erwartende Wasser rasch abschließen zu können. Es sind Mauerdämme mit Öffnungen, welche groß genug sind, um mit Schleppern und Pferden hindurch fördern zu können. In den Öffnungen bringt man gut abgedichtete Rahmen mit Türen an, welche schließlich nur geschlossen zu werden brauchen, um die Wasser abzusperren.

Beim Abzapfen sind derartige Verschlüsse mit einer möglichst tief liegenden Wasserröhre zu versehen.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1857, Bd. 4, S. 146, 149.

In Westfalen und Saarbrücken<sup>1)</sup> sind Dammtüren schon seit längerer Zeit in Gebrauch. Die ersten Ausführungen auf den Zechen Ver. Deimelsberg bei Steele und Ver. Wiendahlsbank bei Witten bestanden aus gußeisernen, konischen Rahmen und Türen aus demselben Materiale, ferner aus hölzernen Türen mit gußeisernem Rahmen (Fig. 649) auf Luisenglück bei Witten und Ver. Henriette bei Kupferdreh, sowie aus einer hölzernen, einem Schleusendamm ähnlichen Türe mit hölzernem Rahmen auf Helene Tiefbau bei Witten<sup>2)</sup>.

Gegenwärtig wendet man meistens schmiedeeiserne Dammtüren mit gußeisernen Rahmen aus der Fabrik von Heintzmann und Dreyer in Bochum an<sup>3)</sup>. Dieselben werden mit einer oder zwei Türen geliefert und sind

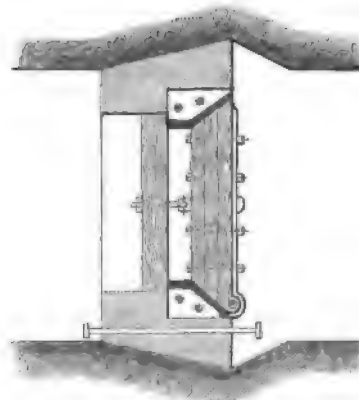


Fig. 649. Hölzerne Dammtür mit gußeisernem Rahmen (Grundriß).

bereits mehrfach für Druckhöhen bis 500 m angewendet.

Fig. 650 zeigt einen solchen Damm mit einer Türe im Grundrisse, Fig. 651 die Türe selbst. In den Mauerkörper *M* ist der konische gußeiserne Türrahmen *r* eingesetzt, an dem sich, in Angeln aufgehängt, eine aus Kessel-

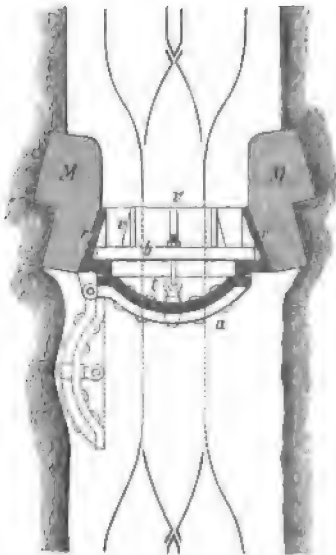


Fig. 650.

Einfache schmiedeeiserne Dammtür in gußeisernem Rahmen.

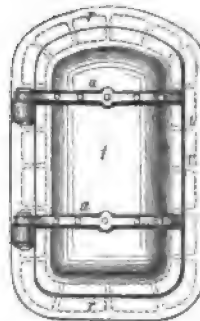


Fig. 651.

1) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 366.

2) Ebenda 1869, Bd. 17, S. 65.

3) Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1880, Nr. 30. — Österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen 1880, S. 458.

blech hergestellte gewölbte Türe *t* befindet; *a* sind zwei Türbänder aus starkem Schmiedeeisen, *v* Verstärkungsrippen am Rahmen. Sowohl die Aufschlagflächen der Türe, als diejenigen des Rahmens sind abgehobelt, zur Dichtung wird ein Kranz von geteilter Leinwand eingelegt.

Nachdem die Türe geschlossen ist, legt man zwei Brücken *b* (Fig. 650) vor den inneren Vorsprung des Rahmens und zieht die Türe mittels Schrauben fest an.

Die Türöffnung hat eine lichte Weite von 942 mm und eine lichte Höhe von 1726 mm. Die Türe selbst ist 1098 mm breit und 1883 mm hoch, ihre Blechstärke richtet sich nach dem Wasserdrucke. Derartige Dammtüren von 26 mm Stärke sind u. a. auf den Zechen Präsident und Ver. Constantin, außerdem auch auf mehreren der nördlichen Zechen des Ruhrgebietes mit Vorteil angewendet.

Außen diesen einfachen Dammtüren fertigt die genannte Fabrik auch doppelte Dammtüren für die größten Druckhöhen an.

Auf dem Blei- und Zinkerzbergwerke Silistria bei Honnef am Rhein wurde das hinter einer Dammtüre stehende Wasser von fünf Atmosphären Druckhöhe zum Betriebe eines Ventilators, einer Fördermaschine und einer Californiapumpe, und im Ottoschachte bei Ösede für eine Kettenförderung nutzbar gemacht <sup>1)</sup>.

## 12. Kapitel.

### Verdämmung in Schächten.

68. **Hölzerne Verdämmung.** — Bei den selten vorkommenden Verdämmungen in Schächten hat man zu unterscheiden, ob der Wasserdruck von unten oder von oben abgehalten werden soll.

Zur hölzernen Verdämmung werden sowohl Balkendämme als auch Keildämme verwendet.

Im Padtkohlschachte der Grube Zentrum bei Eschweiler<sup>2)</sup> ist ein Balkendamm eingebaut, bei welchem die Hölzer ebenso, wie bei Streckendämmen, mit Überschnitten hergestellt sind und außerdem auf einer Gesteinsbrüst ruhen, sodaß die Verkeilung von oben her vorgenommen werden kann.

Einen nach unten gerichteten Keildamm hat man auf der Zeche Spanbruch<sup>3)</sup> eingebaut. Als Träger dienten drei mit starken Bohlen belegte Stempel, die Schlußlage der Keile wird durch einen besonderen Stempel festgehalten.

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 241.

2) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 840. — Karstens Archiv Bd. 14, S. 72.

3) Karstens Archiv 1853, Bd. 14, S. 79.

**69. Gemauerte Dämme.** — Ein Mauerdamm gegen Wasserandrang von unten ist auf dem Schachte Herkules der Grube Nachtigall bei Witten ausgeführt<sup>1)</sup>. Zunächst wurde ein nach oben gerichtetes Tonnengewölbe eingebaut und durch Mauerwerk abgeglichen. Auf dieses kam der eigentliche Damm in Form eines liegenden Zylindergewölbes. Durch beide hindurch führte man eine später verschlossene gußeiserne Röhre, welche während der Mauerung die Saugröhre der Pumpe aufzunehmen hatte.

In dem Einigkeitsschachte zu Joachimsthal<sup>2)</sup> hatte man beim Abteufen sehr starke Wasserzugänge aufgeschlossen, welche man dadurch abspernte; daß man den Schacht im Tiefsten nach unten erweiterte, in ein Bett von Zementmörtel einen liegenden Balkendamm einlegte und auf diesen, nach gehöriger Verteilung, eine Betonmasse von 3 m Höhe einbrachte, welche nach erfolgter Erhärtung unter Wasser einen mit der größeren Fläche nach unten gerichteten festen Spund bildete.

Die völlige Abdichtung gelang jedoch erst, nachdem man über dem ersten Betonspund einen zweiten von ebenfalls 3 m Höhe angebracht hatte.

---

### Literatur.

- G. Hagen. Handbuch der Wasserbaukunst. Königsberg 1841.  
 Dr. Julius Weisbach. Ingenieur- und Maschinenmechanik. Braunschweig 1851—1863.  
 Bautechnische Taschenbibliothek von Ingenieur Jeep. (Pumpen und Ventile.)  
 Kley. Die Wasserhebmascchinen des Altenberges. Stuttgart 1865.  
 F. Neumann. Hydraulische Motoren. Weimar 1868.  
 A. Bochkoltz. Der patentierte, mittels komprimierter Luft wirkende Kraftregenerator zur Beseitigung der durch selbsttätige Pumpenventile veranlaßten erheblichen Arbeitsverluste. Wien 1869.  
 Hörmann. Die neuen Wasserhaltungsmaschinen. Berlin 1874.  
 Schaltebrand. Der Pulsometer. Berlin 1877.  
 Eichler. Die Anwendung der Pulsometer (C. Henry Hall Patent) beim Wasserhaltungsbetriebe auf Adolfschacht bei Reichenwalde. Berlin 1878.  
 J. Ritter v. Hauer. Die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1879.  
 Riedler. Indikatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungsmaschinen. München 1881.  
 Riedler. Die unterirdischen Compound-Wasserhaltungsmaschinen des Mayrauschachtes in Kladno. Berlin 1883.  
 Ch. Demanet. Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.

---

1) Karstens Archiv 1877, Bd. 25, S. 46. — Serlo a. a. O. 1884, I, S. 840.

2) Serlo a. a. O. 1884, I, S. 840. — Rittinger, Erfahrungen. 1869, S. 21.

- Eichler. Der Pulsometer mit Pendelsteuerung als Wasserhaltungsmaschine im Bergbau. Berlin 1888.
- A. Riedler. Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen mit gesteuerten Ventilen. Sonderabdruck aus Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingenieure, Bd. 32, S. 481. Berlin 1888.
- O. Hoppe. Die Ventilpumpen oder die Lehre von der Bewegung selbsttätiger Ventile. Freiberg 1893.
- A. v. Ihering. Amerikanische Wasserhebemaschinen. Berlin 1894.
- R. François. Über die Wasserhaltung System Kaselowski. Rev. univ. des mines 17, S. 152.
- A. Laponche. Die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen. Bull. d. l. soc. de l'ind. min. 15, S. 813.
- Hansen. Elektrisch betriebene Wasserhaltungen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1902, S. 27. — Österr. Ztschr. 1902, S. 243.
- H. Wilson. Elektrische Pumpe. Mines a. Minerals 22, S. 130.
-

## **Achter Abschnitt.**

### **Wetterlehre<sup>1)</sup>.**

---

#### **Einleitung.**

**1. Wetter und Wetterlehre.** — Unter »Wetter« versteht man die in den Grubenbauen befindliche Luft. Man unterscheidet gute (frische), und schlechte Wetter. Die ersteren sind solche, deren Zusammensetzung derjenigen der atmosphärischen Luft mehr oder weniger gleich kommt (79 Volumina oder 77 Gewichtsteile Stickstoff mit 0,75 % Argon, und 21 Volumina oder 23 Gewichtsteile Sauerstoff)<sup>1)</sup>, die letzteren solche, welche für Gesundheit und Leben gefährlich sind. Die Wetterlehre beschäftigt sich mit den Mitteln, die Grubenbaue mit frischen Wettern zu versorgen und die mit den schlechten Wettern verbundenen Gefahren möglichst zu beseitigen.

---

#### **1. Kapitel.**

##### **Entstehung und Arten der schlechten Wetter. — Kohlenstaub.**

**2. Entstehung der schlechten Wetter.** — Die schlechten Wetter entstehen:

- 1) durch Entziehung von Sauerstoff — matte Wetter,
- 2) durch Zutritt von schädlichen Gasen — böse Wetter.

Die Entziehung von Sauerstoff erfolgte nach Schondorff<sup>2)</sup> auf den von ihm untersuchten Saarbrücker Gruben nur zu  $\frac{1}{17}$  durch die Belegschaft einschl. Lichter und Pferde, im übrigen durch die Oxydation des Schwefelkieses, sowie durch weitere damit in Verbindung stehende chemische Prozesse, und durch das Verfaulen des Holzes.

---

1) Th. Guibal, Cours de ventilation des mines. Hainaut 1894.

2) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 108.



In den Braunkohlengruben von Pützchen bei Bonn beobachtete **Bischof**<sup>1)</sup> eine Aufnahme von Sauerstoff ohne entsprechende Entwicklung von Kohlensäure, wahrscheinlich also durch Oxydation des freien Wasserstoffes der Braunkohle.

**3. Luftverbrauch in der Grube.** — Nach Dr. Schondorffs Ermittlungen<sup>2)</sup> ist in 1 Stunde:

Der Verbrauch von Sauerstoff		Die Abgabe von Kohlensäure
Für 1 Mann	24,0 l	21,6 l
» 1 Licht	28,5 -	16,9 -
Im ganzen	52,5 l	38,5 l
für 1 Pferd	100,0 -	90,0 -

Nach den mit der Sauerstoffatmung bei den neueren Rettungsarbeiten (Walcher, Giersberg) gemachten Erfahrungen, sowie nach dem Ergebnis der von Zuntz und Schumburg<sup>3)</sup> angestellten Versuche sind diese für den Bedarf eines Mannes angegebenen Zahlen zu niedrig.

Auf den Erzherzogl. Friedrichschen Werken bei Karwin braucht ein arbeitender Mann bei der Atmung mit dem Walcherschen Apparat 84 l Sauerstoff in der Stunde. Zuntz und Schumburg fanden den Bedarf für einen Mann in der Ruhe zu 16 l in der Stunde, bei horizontalem Gang ohne Belastung 52,8 l, bei horizontalem Gang mit Belastung 68,3 l, beim Bergsteigen mit Belastung 80,8 l.

Die Schondorffsche Zahl entspricht demnach nur dem Sauerstoffbedürfnis bei sehr mäßiger Bewegung. Um sicher zu gehen, wird man aber besser mit einem Überschuß rechnen und einen Sauerstoffbedarf von 120 l pro Mann und Stunde annehmen müssen. Hierzu kommt der Sauerstoffbedarf für das Geleucht mit 28,5 l, sodaß für den Mann mit Geleucht 148,5 l Sauerstoff, oder 707 l Luft für die Stunde zu rechnen sind.

Entsprechend dem höheren Sauerstoffbedarf ist auch die Abgabe von Kohlensäure eine erheblich größere, als Schondorff sie angibt. Sie beträgt nach Zuntz und Schumburg bei einem arbeitenden Manne 56 l in der Stunde.

Der Bedarf an Sauerstoff für Menschen und Geleuchte ist nach oben 148,5 l in der Stunde. Nimmt man nun mit Schondorff an, daß bei den Oxydationsvorgängen in der Grube die 17fache Menge des für Atmung und Geleuchte nötigen Sauerstoffs verbraucht wird<sup>4)</sup>, so würde sich der Sauerstoffbedarf einer Grube pro Kopf der Belegschaft und Stunde auf

1) Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geognosie. Bonn 1863, Bd. 1, S. 791 u. 792. — Journ. f. pr. Chemie, Bd. 9, S. 467.

2) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 80.

3) Bibliothek von Coler, Bd. VII, Physiologie des Marsches.

4) Dem oben ermittelten höheren Bedarf für Mann und Geleucht entsprechend müßte man nicht mit 17, sondern mit 3,5 multiplizieren.

2524,5 l, oder pro Minute auf rund 421 l, also auf eine Luftmenge von 2 cbm stellen.

In Belgien rechnete man früher 1,8 bis 3,6 cbm, in Westfalen bei schlagenden Wetter 2 cbm pro Mann und Minute. Im Ostrau-Karwiner Revier kommen 3 bis 4 cbm auf 1 Mann und 1 Minute. Ein Pferd wird gleich 4 Mann gerechnet. In neuerer Zeit sind die für die nötige Verdünnung der Schlagwetter erforderlichen Wettermengen mehr und mehr gestiegen. Es gibt heute Gruben, in denen 10 cbm pro Mann und Minute kaum den Bedingungen der Sicherheit genügen.

Ein anderes Moment, welches bei der Bemessung der Wettermengen für Kohlengruben und besonders für Schlagwettergruben berücksichtigt werden muß, ist die Größe der Gewinnung. In Karwin werden auf eine Tonne Förderung in 24 Stunden 2,5 cbm Luft pro Minute gerechnet.

Hieraus ergibt sich, daß die oben berechnete Wettermenge von 2 cbm auch bei dem hohen Multiplikator von 17 nur ein für schlagwetterfreie Gruben allenfalls genügendes Minimum des Luftbedarfs darstellt.

**4. Chemisches Temperament.** — Auf Grund der Schondorffschen Ermittlungen erscheint es durchaus notwendig, auch das »chemische Temperament« einer Grube in Rechnung zu ziehen, d. h. den Einfluß, welchen eine Grube durch chemische Vorgänge auf den Verbrauch von Sauerstoff hat, wie es Dr. Schondorff durch gasometrische Analysen des ausziehenden Wetterstromes und durch Vergleichung der Resultate mit der normalen Zusammensetzung der atmosphärischen Luft getan hat.

**5. Matte Wetter** erkennt man daran, daß die Lichtflamme schwächer wird und schließlich erlischt. Bei 15 % Sauerstoff sind die Wetter für den Atmungsprozeß nicht mehr brauchbar. Der Mensch empfindet Brustbeklemmung, fauligen Geschmack, Schwäche und Müdigkeit, bald darauf tritt Schwindel, Krampf und der Tod ein.

**6. Böse Wetter.** — Der Zutritt von schädlichen Gasen in die Grubenwetter, also die Bildung böser Wetter, erfolgt durch den Atmungsprozeß von Menschen und Tieren, durch Verbrennung, Fäulnisprozesse und Oxydation, durch Gasentwicklung aus alten Bauen und aus den Kohlen, sowie endlich durch den Verbrauch von Sprengmaterialien. Die erste Ursache ist auch hier, wie bei dem Sauerstoffverbrauche, die kleinste, denn durch das Atmen und die Lichter wird nach Schondorff nur  $\frac{1}{10}$  derjenigen Menge an Kohlensäure der Luft zugeführt, welche sich durch die Analyse des ausziehenden Wetterstromes als gesamte Zunahme ergab.

**7. Gasarten.** — Die wichtigsten der hier in Betracht kommenden Gase sind Kohlensäure ( $CO_2$ ), Kohlenoxydgas ( $CO$ ), Grubengas oder Methan ( $CH_4$ ), und Schwefelwasserstoffgas ( $H_2S$ ).

**8. Die Kohlensäure** (Schwaden, schwere Wetter, kalter Dampf) hat bei ihrem hohen spezifischen Gewichte (1,524) das Bestreben, sich in

Vertiefungen der Sohle anzusammeln, beziehungsweise nach tiefer gelegenen Punkten hin abzufließen. Sie ist durch augenblickliches Erlöschen der Lichtflamme zu erkennen und wirkt tödlich, wenn die Luft mehr als 5 bis 6% enthält<sup>1)</sup>. Die Kohlensäure entwickelt sich, außer durch den Atmungsprozeß, das Brennen der Lichter und die Explosion der Sprengmaterialien, in größeren Mengen bei Bränden in Kohlenflötzen, sowie durch chemische Einwirkung der bei der Oxydation des Schwefelkieses entstehenden Schwefelsäure, beziehungsweise der sauren Wasser, auf kohlensaurer Verbindungen. Auch die Verbrennungsprodukte bei der Explosion schlagender Wetter, der Nachschwaden, bestehen im wesentlichen aus Kohlensäure und Kohlenoxydgas.

9. Das Kohlenoxydgas<sup>2)</sup> entwickelt sich bei unvollkommener Verbrennung in besonders reichlicher Menge bei Grubenbränden<sup>3)</sup> und spielt in den Nachschwaden (15) eine verderblichere Rolle, als die Kohlensäure. Es ist ein um so gefährlicheres Gas, als das Licht in ihm noch brennt, wenn es auf den menschlichen Organismus bereits giftig wirkt, sodaß man das Vorhandensein des Gases erst bemerkt, wenn die Folgen der Vergiftung bereits vorhanden sind.

Ein einfaches Mittel, sich rechtzeitig von dem Vorhandensein dieses giftigen Gases zu überzeugen, ist das Mitnehmen einer Maus in einem Käfig oder in dem Drahtnetze einer Wetterlampe. Die Maus fühlt sich schon nach Verlauf von 1½ Minuten sehr unwohl und fällt nach 3 Minuten bewußtlos um, während nach den zuerst von Professor Hempel in Dresden<sup>4)</sup>, später von Haldane an sich selbst gemachten Erfahrungen der Mensch sich erst nach ½ Stunde ernstlich belästigt fühlt, mithin in den meisten Fällen genügend Zeit hat, sich zu retten<sup>5)</sup>.

Das Kohlenoxydgas bewirkt zunächst Aufregung, dann Krämpfe mit Schaum vor dem Munde und schließlich den Tod. Auch behaupteten die bei dem Brande in der Grube Regenbogen<sup>3)</sup> auf dem Oberharz beteiligten Leute, sie hätten das Gefühl gehabt, als ob alle Gegenstände, welche sie mit den Händen erfaßt hätten, dicker geworden wären, als ob sie z. B. die Fahrsprossen kaum zu umspannen vermocht hätten.

Ein Gehalt der Wetter von 1% Kohlenoxydgas soll sofort tödlich wirken, aber bei längerem Aufenthalte bringen schon weit geringere Mengen Kohlenoxydgas gefährliche Wirkungen hervor. Das beste Gegenmittel ist Sauerstoff.

1) Vergl. Dr. Broockmann, Der Einfluß der Kohlensäure auf Licht und Leben in Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35.

2) Kohlenoxydbestimmung in Grubenwettern. Von Bergrat Dr. A. Fillunger. Österr. Zeitschr. 1903, S. 216.

3) Brand in der Grube Regenbogen (Harz) am 21. Oktober 1848, s. Scheil, Die Unglücksfälle in den Oberharzischen Bergwerken (1864), S. 136.

4) Gasanalytische Methoden. 1890, S. 172.

5) Robert Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Leipzig 1901, S. 11.

Das Gas hat ein spezifisches Gewicht von 0,9702, also nahezu dasjenige der atmosphärischen Luft. Es mengt sich deshalb mit der letzteren gleichmäßig und strebt weder, wie die Kohlensäure, nach unten, noch auch, wie das Grubengas, nach oben.

10. **Schwefelwasserstoffgas** (spezifisches Gewicht 1,19) kommt in alten versoffenen Bauen vor, weshalb bei deren Abzapfen mit Vorsicht verfahren werden muß. (Vorboren mit Hilfe der Friedrichschen oder einer Diamant-Bohrmaschine, S. 106.)

Außerdem kommt Schwefelwasserstoffgas in Stein- und Braunkohlenflötzen, sowie in Salzlageren vor. Es wirkt beim Einatmen giftig, entzündet sich an der Lichtflamme, und zwar mit Explosion, wenn die Wetter mehr als  $\frac{1}{10}\%$  davon enthalten.

Der giftige Charakter des Schwefelwasserstoffgases ergibt sich daraus, daß in einer Luft, welche  $\frac{1}{1500}$  an Schwefelwasserstoffgas enthält, schon Vögel, bei  $\frac{1}{800}$  Hunde, bei  $\frac{1}{250}$  Pferde sterben.

11. **Schlagende Wetter**<sup>1)</sup> sind eine besondere Art der bösen Wetter. Sie bilden sich durch Vermischung von Kohlenwasserstoffgas<sup>2)</sup>, in erster Linie von Grubengas (leichtes Kohlenwasserstoffgas, Methan, frz. grisou,  $CH_4$ ) mit atmosphärischer Luft. Die Entzündung der schlagenden Wetter geschieht nach Mallard und Le Chatelier bei  $650^\circ C$ .<sup>3)</sup> Bei rotglühendem Eisen ist zur Entzündung eine Berührung von mehreren Sekunden erforderlich, während Weißglut sofort entzündet. Die Entstehung jener Gase, neben freiem Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und schwerem Kohlenwasserstoff, ist auf den langsamen Verkohlungsprozeß zurückzuführen, welchem die Steinkohlen unterliegen, bis sie sich dem Anthracit nähern, in welchem der Kohlenstoff am höchsten angereichert ist.

Das Grubengas hat ein spezifisches Gewicht von 0,552, ist farblos und von süßlichem, stechendem Geruche. Enthält die Luft  $\frac{1}{30}\%$  Raumteil ( $3\frac{1}{3}\%$ ) Grubengas, so bemerkt man dessen Anwesenheit zuerst an der Flamme einer Rüböllampe, indem sich dieselbe von einem kleinen blauen Saume umgeben zeigt, welcher bei Zunahme des Gasgehaltes bis zu einem Flammenkegel wächst und später den Drahtkorb der Wetterlampe vollständig ausfüllt (20).

Beträgt der Gasgehalt in der Luft bei mittlerer Temperatur  $\frac{1}{15}$  ( $6\frac{2}{3}\%$ ), so entzünden sich die Wetter, allerdings noch ohne Explosion, dieselbe tritt aber bei weiterem Steigen des Gasgehaltes ein und wird immer heftiger, bis sie bei  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{9}$  (10 bis 11%) Gasgehalt der Luft ihre

1) Chemische Untersuchung von Grubenwettern in preußischen Steinkohlenbergwerken von Dr. Schondorff in Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 435. — Arbeiten der franz. Schlagwetter-Kommission von 1887—1900 in Ann. des mines 1900. Tome XVII, livr. 6.

2) Eine ausführliche Zusammenstellung von Schlagwetteranalysen befindet sich in Preuß. Zeitschr. 1881, Bd. 29, S. 286.

3) Le Chatelier, Le grisou. Paris 1892, S. 47.

größte Stärke erreicht. Von da an werden die Explosionen wieder schwächer; nach den Untersuchungen von Dr. Broockmann<sup>1)</sup> hört die Entzündlichkeit auf, wenn die Schlagwetter über 13½%  $CH_4$  enthalten.

Bei hoher Temperatur tritt die Explosion schon bei geringerem Gasgehalte ein, als vorhin angegeben wurde.

**12. Vorkommen des Grubengases.** — Das Grubengas (Methan,  $CH_4$ ) findet sich in erster Linie in Steinkohlengruben, außerdem in geringem Grade in Steinsalzlager, bituminösen Schiefern und Kalken, sowie in der Nähe von Bergölquellen und in Braunkohlengruben, s. 13.

Übrigens findet sich Grubengas nicht in allen Steinkohlengruben. Die meisten und gefährlichsten Gasentwickelungen treten in fetter Kokskohle auf, während sowohl die mageren und die Gaskohlen Westfalens, als auch die sehr gasreichen und zur Selbstentzündung geneigten, dichten Kohlen Oberschlesiens solche Entwicklung von Grubengas ( $CH_4$ ) seltener, in den letzten Jahren allerdings häufiger als früher zeigen. Kann man hieraus schließen, daß der Gasgehalt der Steinkohlen mit deren chemischer und physikalischer Zusammensetzung in Zusammenhang steht, so spricht der Umstand, daß auch in Flötzen von sonst gleichartiger Kohlenbeschaffenheit der Gehalt an Grubengas verschieden ist, für die Auffassung, daß außerdem die Tiefe der Flötze und die Beschaffenheit des Deckgebirges von wesentlichem Einflusse sind, insofern, als beide Verhältnisse je nach Umständen eine Entgasung der Flötze entweder verhindern oder befördern können.

Daß der Gasgehalt der Kohle mit der Tiefe zunimmt, ist hiernach wahrscheinlich und für die Zukunft des Kohlenbergbaues wichtig. Es ist eine oft beobachtete Tatsache, daß die von undurchlässigem Gebirge (Mergel in Westfalen, Tegel in Österr. Schlesien) überdeckten Kohlenflötze reicher an Grubengas sind, als die übrigen.

Der größte Gasreichtum findet sich in der Nähe von Klüften, Verwerfungen und undurchlässiger Überlagerung. Wenn die Kohle in der Tiefe dichter ist, was man häufig beobachtet hat, so wird sie trotz höherem Gasgehalte weniger Gas ausströmen, aber es nimmt anderseits die Gefahr der plötzlichen Gasausbrüche (14. Abs. 3) zu. In manchen Kohlenflötzen ist die Spannung der Gase so groß, daß die Kohlen vor den Abbaustößen bisweilen mit lautem Knall hereingeworfen werden. Durch Bohrlöcher von 8 m Tiefe und 6 cm Weite, in welche man ein Rohr mit Manometer einsetzte, hat man im Schachte Bellevue III bei Mons Spannungen von 6 at., in der Grube Staffordmine in Bohrlöchern von 20 m Tiefe Spannungen von 7 at. nachgewiesen. In den Kohlengruben von Flénu<sup>2)</sup> erreichte die Spannung eine Höhe von 20 bis 23 at., bei direkten Messungen von

1 Glückauf. Essen 1897, S. 931.

2. Hâton de la Goupillièrre, Cours d'expl. d. mines. 2. édit. Paris 1897. t. II, S. 463.

Lindsay Wood<sup>1)</sup> von 33 at., und endlich in einem Falle, in welchem man das Bohrloch durch das feste Nebengestein hindurch in ein völlig unverritztes Flötz getrieben hatte, die bedeutende Höhe von 42,5 at.<sup>2)</sup>.

Nach den Untersuchungen von Behrens<sup>3)</sup> in Herne beträgt der höchste Gasdruck im Flötz 13 Osten über der 9. Sohle in 4 m Tiefe 14,60 Atmosphären, ist aber tiefer im Flötz jedenfalls wesentlich höher, was daraus zu schließen ist, daß in den 2½ Jahren vom 1. Aug. 1893 bis zum 1. Febr. 1896 das Verhältnis der geförderten Kohle zum ausgezogenen Grubengas 1 cbm: 67,7 cbm gewesen ist.

Die Ansicht<sup>4)</sup>, daß das unter so großem Drucke stehende Grubengas die Kohle und mitunter selbst das Nebengestein in flüssiger, wenn nicht gar in fester Form durchdringt, hat an Wahrscheinlichkeit verloren, seitdem durch Natterer nachgewiesen ist, daß das Grubengas bei gewöhnlicher Temperatur selbst unter einem Drucke von 2790 at. nicht flüssig gemacht werden kann.

Durch Streckenbetrieb, sowie durch Zerklüftung oder Porosität der Kohle wird die Entgasung begünstigt.

Versuche, welche der Bruder des Verfassers, Bergrat W. Köhler-Teschen, in Karwin anstellen ließ<sup>5)</sup>, haben ergeben, daß der Druck der Gase nach der Oberfläche der Kohle hin abnimmt. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß man in Bohrlöcher von verschiedener Tiefe Röhren mit Manometer einsetzte. Tiefe Bohrlöcher (bis 10 m) wurden an der Mündung zunächst mit Ton abgedichtet und darauf 1 m hoch mit Zement besetzt, während man die 2 cm tiefen Bohrlöcher in anbetracht des geringen Gasdruckes nur mit Ton dichtete. In den letzteren Bohrlöchern zeigte sich bei undurchlässiger Kohle gar kein Druck. 'Naturgemäß wird zwischen dem an der Oberfläche der Kohlen eingeschlossenen Grubengase und dem Atmosphärendrucke ein gewisses Spannungsverhältnis bestehen, welches durch die größere oder geringere Durchlässigkeit der Kohle bedingt ist. Wird dieses Verhältnis durch Abnehmen des Luftdruckes verändert, so entläßt die äußere Kohlenschicht soviel Gas, bis das ursprüngliche Verhältnis wieder hergestellt ist. Derselbe Vorgang wiederholt sich aber von einer Kohlenschicht zur andern, folglich ist der Zufluß der Gase aus dem Inneren ein um so beschleunigter, je schneller die Entgasung der äußeren Schicht vor sich geht und je poröser die Kohle ist.

1) Haton de la Goupillière, Cours d'expl. d. mines. 2. édit. Paris 1897, t. II, S. 462. — Lindsay Wood, Experiments showing the Pressure of Gaz in the solid Coal (Proceedings of the North of England Institution of mining and mechanical Engineers. XXX. 1881). — Annales des mines. 8<sup>e</sup>. I, 530.

2) Schorn in Ann. des trav. publ. 1887, Tome XLIV, S. 51.

3) Behrens, Beiträge zur Schlagwetterfrage. Essen 1896, S. 63.

4) G. Arnould, Étude sur les dégagements instantanés de grisou dans les mines du bassin belge. Bruxelles 1879.

5) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889, S. 74.

Dasselbe Resultat ist durch Versuche erzielt, welche in englischen Gruben und von Behrens in der Grube Hibernia bei Gelsenkirchen<sup>1)</sup> angestellt wurden<sup>2)</sup>.

Nach dem Austreten sammelt sich das Grubengas bei seinem geringen spezifischen Gewichte an hochgelegenen Punkten, u. a. in Überhauen, unter der Streckenfirste, in Hohlräumen über der Zimmerung, sowie in den Winkeln der Stöße bei schwebendem oder horizontalem Abbau an. Ist das Gas jedoch innig mit atmosphärischer Luft gemengt, dann trennt es sich nur sehr schwer von derselben.

In dem, der Wealdenton-Formation angehörigen Hauptkohlenflötz der Schaumburger Werke bei Obernkirchen treten Kohlenwasserstoffgase auf, welche nach G. Bischof in oberen Teufen

$$\begin{aligned} CH_4 &= 79,10 \% \\ C_2H_6 &= 16,11 - \\ \text{sonstige Gase} &= 4,79 - \end{aligned}$$

und nach Dr. Schondorff in einem Bläser aus der östlichen Grundstrecke von Tiefbau III (1882):

$$\begin{aligned} CO_2 &= 2,555 \% \\ CH_2 &= 60,462 - \\ C_2H_6 &= 37,620 - \end{aligned}$$

enthalten.

Die Gase enthalten also sehr, viel schwere Kohlenwasserstoffe, wahrscheinlich tierischen Ursprungs, wie die zahlreichen Muschelreste des Schiefertones vermuten lassen. Diese Gase brennen, im Gegensatze zum reinen, leichten Kohlenwasserstoffgase ( $CH_4$ ) nicht mit bläulicher, sondern mit weißer Flamme und hinterlassen einen starken Geruch nach Petroleum. Dabei setzt sich an den Streckenstößen eine große Menge von fettigem, schmierigem Kohlenruß ab. An solchen Stellen, wo das Flötz nicht von dem oberen Wealdenschiefer (Schieferton), sondern nur von dem klüftigen Wealdensandstein überdeckt ist, hat im Laufe der Zeit eine Entgasung der Flötze stattgefunden.

**13. Gasausströmung in Braunkohlengruben.** — In 12. ist erwähnt, daß das Grubengas ( $CH_4$ ) auch in Braunkohlengruben beobachtet ist. In den böhmischen Braunkohlengruben bei Mariaschein, Teplitz und Dux treten solche Gase, besonders bei fallendem Barometerstande, in großer Menge auf<sup>4)</sup>, sodaß ein Teil der böhmischen Braunkohlengruben als Schlagwetter-

1) Behrens, Beiträge zur Schlagwetterfrage. Essen 1896, S. 66 ff.

2) Annales des travaux publics de Belgique 1887. Tome XLV, S. 127 ff.

3) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 145.

4) Explosionen in Braunkohlengruben sind vorgekommen: am Habichtswalde bei Kassel (14. und 19. August 1880), in Falkenau bei Eger (Januar 1877, s. Österr. Zeitschr. 1877, S. 169) und am Peißenberge in Oberbayern (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1886, S. 410). — Vergl. auch Mauerhofer in Österr. Zeitschr. 1895, Nr. 32 (11. August).

gruben behandelt wird. Noch in den 70er Jahren war man sorgloser. Auf Doblhoffschacht bei Mariaschein wurden die ausgetretenen Gase von den Arbeitern mit offenem Lichte angezündet und brannten mit hellblauer Flamme. Bei starker Ausströmung mußten die Gase vor den Strecken-örtern alle fünf Minuten angezündet werden; wurde dieses versäumt, dann kamen die Gase, welche sich anfänglich nur unter der Firste ansammelten, tiefer in die Strecke herab und die Arbeiter waren dann leicht der Verbrennung ausgesetzt.

14. **Der Austritt des Grubengases** aus der Steinkohle, dem Brandschiefer oder den Klüften des Nebengesteines findet in dreierlei Weise statt:

1) Gleichmäßig über alle Teile der Kohle verbreitet und anhaltend, besonders in Vorrichtungstrecken. Diese Art des Austrittes macht sich häufig dem Gehör durch sogen. »Krebsen« bemerkbar, ein Geräusch, welches man sich durch das Platzen von mit Grubengas gefüllten und aus den Poren und Schlechten der Kohle heraustretenden Wasserbläschen erklärt. Sollte das Grubengas dabei tiefer im Flötz, was nach vorstehendem nicht zu bezweifeln ist, eine hohe Spannung haben, so dürfte sich dieselbe bis zum Austritte aus dem Kohlenstoße soweit verlieren, daß sie nur wenig höher als der Atmosphärendruck ist.

Hilbk<sup>1)</sup> hat auf der Zeche Westfalia bei Dortmund gefunden, daß die Gasentwicklung beim Ortsbetriebe und aus frisch gewonnenen Kohlen eine weit stärkere ist, als in den Abbauen, und zieht daraus mit Recht den Schluß, daß eine ausreichende Bewetterung der Strecken (s. Sonderbewetterung) wichtiger sei, als eine solche der Abbaue.

Denselben Nachweis hat Behrens<sup>2)</sup> für die Grube Hibernia bei Herne gebracht.

Die eben erwähnte Tatsache stimmt übrigens damit überein, daß erfahrungsmäßig die beim Ortsbetriebe gewonnenen Kohlen einen besseren Koks liefern, als die beim Abbau der Pfeiler fallenden, besonders bei Kohlen von geringer Backfähigkeit.

2) Örtliches, anhaltendes Austreten von Grubengas in Form von »Bläsern« zeigt sich beim Anfahren von Sprungklüften. Dieselben bilden offenbar größere Abzugskanäle für diejenigen Gase, welche in den von ihnen durchsetzten Flötzen oder kohligen Partien des Nebengesteines (Brandschiefer) enthalten sind. Die Bläser sind also gewissermaßen Gasquellen, welche eine Dauer von wenigen Wochen bis zu mehreren Jahren haben.

3) Plötzliche Ausbrüche großer Massen von Grubengas<sup>3)</sup>

---

1) Hauptbericht der preußischen Schlagwetterkommission. Berlin 1886. Anlagen, Bd. 2, S. 166—111.

2) Behrens, Beiträge zur Schlagwetterfrage. Essen 1896, S. 35.

3) M. Em. Harzé, Des mesures à prendre en vue des dégagements instan-



(dégagements instantanés — sudden outbursts) sind besonders häufig in England und Belgien. Durch die hohe Spannung der Gase in liegenden, noch nicht durch Vorrichtungsstrecken entgasten Flötzen wird bisweilen das liegende Nebengestein mit explosionsähnlichem Geräusche emporgetrieben und dadurch das plötzliche Ausbrechen großer Massen von Grubengas veranlaßt. In der Grube Stafford-Main hat man die gasreichen Flötze mittels Bohrlöcher entgast und nachgewiesen, daß danach das Liegende nicht mehr emporgetrieben wurde. Dies hilft jedoch nicht, wenn das Gas in getrennten Anhäufungen vorhanden ist. Das beste Mittel, dieser Gefahr zu begegnen, ist auch hier der Abbau mit Bergeversatz.

Ein solcher plötzlicher Ausbruch, welcher am 17. April 1879 im Schachte II der Grube Agrappe in Frameries eine heftige Explosion verursachte, warf mehr als 4000 hl pulverisierte Kohle vor sich her, brach im einziehenden Schachte bis über die Hängebank hervor, entzündete sich über Tage an einem kleinen Herdfeuer und bildete zwei Stunden lang eine riesige Flamme von 30 bis 40 m Höhe. Sodann erlosch die Flamme nach einer ersten Explosion, der in Zwischenräumen von etwa 10 Minuten fünf andere folgten. Endlich entstand fünfzig Minuten später eine siebente und letzte Explosion, welche an Heftigkeit alle andern weit übertraf<sup>1)</sup>.

Außerdem kommen Gasausbrüche in großen Massen bei solchen Abbauethoden vor, bei denen die ausgehauenen Räume infolge des festen Nebengesteins oft in großer Ausdehnung und längere Zeit offen bleiben. Erfolgt nun endlich der Zusammenbruch, so werden die in den weiten Räumen angesammelten Gasmengen plötzlich in die Grubenbaue getrieben.

**15. Die bei der Explosion schlagender Wetter entstehenden Gase.** — Durch die Explosion der schlagenden Wetter wird nicht allein Sauerstoff verzehrt, sondern es werden auch die gesundheitsschädlichsten Produkte der Verbrennung, also Kohlensäure und Kohlenoxydgas<sup>2)</sup>, der Luft in den Grubenräumen zugeführt (Schwaden, Nachschwaden) und dadurch die von der Explosion verschont gebliebenen Personen der Gefahr der Erstickung ausgesetzt. Aus diesem Grunde darf auch nicht früher Rettungsmannschaft einfahren, bis der Wetterzug so geregelt ist, daß man mit den einfallenden frischen Wettern vordringen kann. Als wesentliches

tanés de grison. Bruxelles 1885, S. 12, 13. — Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1887, S. 213, 265 (Gruben von La Combelle). — A. Dufrand in Bull. soc. de l'ind. min. (III.) 1, S. 547. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1899, S. 207.

1) M. Em. Harzé a. a. O. S. 1.

2) Dr. Broockmann (Bochum) hat nachgewiesen, daß der Gehalt der Nachschwaden an Kohlenoxydgas vom Verbrennen des Kohlenstaubes herrührt. Das durch die Verbrennungshitze nicht zu Kohlensäure verbrannte Grubengas wird in einen höheren Kohlenwasserstoff (Acetylen) umgewandelt. — Nach Professor Haldane kann man annehmen, daß der Nachschwaden etwa 80 bis 88<sup>o</sup> Stickstoff, 12 bis 14<sup>o</sup> Sauerstoff, 4 bis 6<sup>o</sup> Kohlensäure, 0,6 bis 1,5<sup>o</sup> Kohlenoxyd enthält. Siehe Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke, Leipzig 1901, S. 47.

Hilfsmittel könnte zu diesem Zwecke Wasser dienen, welches man mit Hilfe eines Akkumulators unter starkem Drucke und in Form einer Brause in den einziehenden Schacht fallen läßt. Dasselbe schlägt nicht allein den massenhaft der Luft beigemengten Staub und Rauch nieder, sondern es reißt auch nach Art der Wassertrommel Luft mit sich und wirkt endlich abkühlend, kommt also in beiden Fällen den saugenden Wettermaschinen zu Hilfe, bringt den in der Nähe des Schachtes befindlichen Menschen weit schneller, als es bei alleiniger Wirksamkeit des Ventilators möglich ist, frische Wetter und ermöglicht ein baldiges Einfahren von Rettungsmannschaften. Besteht jedoch die Besorgnis, daß durch die Explosion ein Grubenbrand ausgebrochen ist, was sich in der Regel durch nachfolgende Explosionen und andauernde Rauchentwicklung zeigt, so ist zunächst zu erwägen, ob man durch Zuführung frischer Luft dem Feuer nicht Nahrung zuführt.

Die Sorge für die in der Grube vorgefundenen Kranken und Verwundeten muß möglichst Leuten überlassen werden, welche spezielle Kenntnisse in dieser Beziehung besitzen und welche Medikamente und Stärkungsmittel, sowie die genügende Anzahl von Tragbahren, Krankentransportwagen u. s. w. zur Hand haben müssen<sup>1)</sup>.

**16. Einfluß des Barometerstandes.** — Die Frage<sup>2)</sup>, ob die Schwankungen des Luftdruckes einen Einfluß auf die Entwicklung der Schlagwetter aus den Poren der Kohlen äußern, muß nach den oben (12) erwähnten Versuchen auf den Erzherzogl. Friedrichschen Gruben bei Karwin<sup>3)</sup>, auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft bei Aachen<sup>4)</sup> und auf der Zeche Hibernia bei Gelsenkirchen bejaht werden.

Wenn man die ursprünglichen Beziehungen zwischen Gas- und Luftdruck dahin zum Ausdruck bringt:

»Die Gasausströmung ist von der Höhe des Gasdruckes in der Kohle abhängig.«

»Eine Erhöhung des Luftdrucks wirkt dem Gasdruck entgegen; eine Verminderung desselben diesem parallel.«

1) Robert Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1901, S. 50. — G. A. Meyer in Glückauf. Essen 1899, S. 5.

2) Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 267; 1891, Bd. 39, S. 209. — G. Chesaudeau, Ann. d. mines (VIII) 13, S. 526. — Hâton de la Goupillière in Ann. d. mines. Sept.-Oktbr. 1880. — Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 292; 1877, Bd. 25, S. 277; 1876, Bd. 24, S. 114; 1891, Bd. 39, S. 209 (Runge, Die Wetterexplosionen des Oberbergamtsbez. Dortmund im Jahre 1890 mit Beziehung auf den Barometerstand). — Iron a. Coal Trade Rev. Vol. 40, S. 207.

3) Näheres in dem von der Erzherzogl. Kameraldirektion in Teschen herausgegebenen Berichte: »Über den Einfluß von Luftdruckschwankungen auf die Einwirkung von Schlagwettern«, von W. Köhler. — Siehe auch Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1885, S. 893; 1889, S. 74, 847. — Österr. Zeitschr. 1885, Nr. 45.

4) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 72.

so gelangt man zu folgender Formulierung des Verhältnisses zwischen Gasausströmung und Luftdruck:

1) Ein steigender Luftdruck verlangsamt die Gasausströmung, ein fallender befördert sie.

2) Je mehr der Luftdruck in der Zeiteinheit steigt, um so stärker nimmt die Ausströmung ab; je mehr er in der Zeiteinheit fällt, um so stärker wächst die Gasausströmung.

3) Hält ein um eine gewisse Barometerhöhe vermehrter Luftdruck — welcher eine Gasausströmung zur Folge hatte — in der erreichten Höhe eine längere Zeit oder dauernd an (wird das barometrische Niveau gehoben), so nimmt der Gasgehalt allmählich wieder zu, erreicht indessen für die Dauer der Hebung des Luftdrucks die ursprüngliche Höhe der Ausströmung nicht. Die durch die dauernde Hebung des Luftdrucks veranlaßte Verminderung des Gasaustritts ist kleiner bei hohem Gasdruck in der Kohle, größer bei niedrigem Gasdruck in derselben.

Umgekehrt, hält ein um eine gewisse Barometerhöhe verminderter Luftdruck, welcher eine Zunahme der Gasausströmung zur Folge hatte, in der erreichten Höhe eine längere Zeit oder dauernd an (wird das barometrische Niveau gesenkt), so fällt der Gasgehalt allmählich wieder, geht indessen für die Dauer der Senkung auf die ursprüngliche Höhe der Ausströmung nicht wieder zurück. Die durch die dauernde Senkung des Luftdrucks veranlaßte Vermehrung der Gasausströmung ist kleiner bei hohem Gasdruck in der Kohle, größer bei niedrigem Gasdruck in derselben.

4) Folgt auf ein schnelleres Steigen des Luftdrucks, durch welches eine Abnahme der Gasausströmung veranlaßt wurde, ein langsames, so tritt eine langsame Zunahme der Gasausströmung ein. Folgt auf ein schnelleres Fallen des Luftdrucks, durch welches eine Vermehrung des Gasaustritts veranlaßt wurde, ein weniger schnelles, so tritt eine langsame Verminderung der Gasausströmung ein.

Es entspricht daher nicht immer dem Maximum, bezw. Minimum der Barometerkurve das Minimum, bezw. Maximum der Gasausströmung<sup>1)</sup>.

Zu ähnlichen Schlüssen ist früher auch schon Harzé<sup>2)</sup> gelangt.

Es ergibt sich aus vorstehendem von selbst, daß der stärkste Austritt von Gasen dann stattfindet, wenn auf einen sehr hohen Luftdruck ein plötzliches starkes Sinken desselben folgt. Daß der Einfluß der Schwankungen des Luftdruckes auf den Austritt der in alten Bauen angehäuften Gase ein größerer sein muß, als auf diejenigen aus den Poren der Kohle, sowie ferner, daß jener Einfluß auch je nach dem von der Porosität oder Zerklüftung der Kohle abhängigen Gasdrucke verschieden sein wird, erscheint einleuchtend<sup>3)</sup>.

1) Behrens in Herne, Beiträge zur Schlagwetterfrage. Essen 1896, S. 85, 107.

2) Österr. Zeitschr. 1887, S. 201; 1891, S. 73, 88.

3) Ebenda 1887, S. 206.

Um den Austritt der Gase aus dem alten Mann zu verhindern, schlägt Em. Balcar<sup>1)</sup> vor, ihnen freien Abzug durch Bohrlöcher zu ermöglichen, was jedoch schwerlich praktischen Nutzen haben dürfte.

Der von Rud. Falb behauptete Einfluß der »kritischen Tage« auf die Gasentwicklung ist nirgends nachgewiesen<sup>2)</sup>.

Ob endlich durch eigentliche Erdbeben und durch mikroseismische Bewegungen der Erdrinde (fortdauernde Wellen- oder Zitterbewegungen von schwacher Intensität, welche nur durch sehr empfindliche Apparate wahrgenommen werden können und so zu sagen über den ganzen Erdball verbreitet sind) eine merkliche und für die Praxis wichtige Vermehrung dieser Gasentwicklung eintritt, bedarf weiterer Bestätigung<sup>3)</sup>.

Daß indes der Luftdruck auch auf die Bläser einwirkt, ist von Dr. Broockmann in Bochum auf Zeche Hannover II nachgewiesen<sup>4)</sup>. Eine Vergleichung der beiderseitigen Kurven von Flammenhöhe des Bläfers und Luftdruck bestätigt vollkommen die oben angeführten Resultate der Karwiner Versuche.

Um der Belegschaft einer Schlagwettergrube ein plötzliches Sinken des Luftdruckes kundzugeben und sie damit zu besonderer Vorsicht zu mahnen, hat Harzé ein automatisches Barometersignal ersonnen. Zwei isochrone Aneroidbarometer zeigen die Luftdepression auf einer einzigen Skala an. Das eine Barometer kann sich leicht bewegen und zeigt den Luftdruck in jedem beliebigen Momente an, während das andere, durch einen Elektromagneten mit einer Glocke verbundene Barometer nur die Summe der im Laufe einer Stunde erfolgten Änderungen feststellt. Wenn infolge einer Druckabnahme die Differenz zwischen beiden eine gewisse Grenze überschreitet, so wird der Kontakt mit einer elektrischen Leitung an der Glocke hergestellt<sup>5)</sup>. Auch Ritter von Walcher-Uysdal in Teschen hat im Jahre 1888 ein akustisches Signalbarometer konstruiert (D. R. P. Nr. 42703), welches für 2 mm Fallen 8 Stunden lang alle 10 Minuten ein Glockensignal gibt, während beim Steigen des Barometers die Signale aussetzen. Der Apparat hat s. Z. gut gearbeitet.

**17. Rückschlag.** — Häufig hat man die Wahrnehmung gemacht, daß nach einer Explosion ein zweiter, schwächerer Schlag, der sog. Rückschlag erfolgte. Derselbe erklärt sich durch die hohe Temperatur der explodierenden Gase (circa 2000°), welcher eine achtfache Ausdehnung und bei der sofortigen Abkühlung eine entsprechende Zusammenziehung entspricht.

1) Österr. Zeitschr. 1894, S. 407.

2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889, Bd. 33, S. 847. — B.- u. H. Jahrb. der k. k. Bergakad. Bd. 36, S. 340.

3) Em. Harzé, Des mines à grisou et des dépressions atmosphériques. Bruxelles 1881.

4) Dr. Broockmann in Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34.

5) Glückauf. Essen 1895, S. 1237.

18. **Einfluß des Kohlenstaubes**<sup>1)</sup>. — Versuche, welche die Engländer Faraday und Lyell im Jahre 1845 gemacht haben, und welche in Frankreich von Verpilleux im Jahre 1867, sowie von Vital im Jahre 1875 fortgesetzt wurden, haben zuerst auf den Einfluß aufmerksam gemacht, welchen der Kohlenstaub bei Explosionen schlagender Wetter ausübt<sup>2)</sup>.

Dieser auch von Galloway und Abel bestätigte Einfluß wurde von Mallard und Chatelier<sup>3)</sup> dahin eingeschränkt, »daß Kohlenstaub in Abwesenheit des Grubengases keine ernste Gefahr bietet. Derselbe könne eine wichtige Rolle nur insofern spielen, als er die Folgen einer Wetterexplosion vergrößere«.

Inzwischen ist durch eingehende praktische<sup>4)</sup> Versuche endgültig festgestellt, daß jeder trockene Kohlenstaub entzündet werden kann, wenn man ihn einer genügend starken Hitze aussetzt, sowie ferner, wenn er fein genug und gleichmäßig in der Luft verteilt ist, und endlich, daß es hauptsächlich die nicht werfenden Schüsse (Lochpfeifer) sind, welche die Entzündung des Kohlenstaubes veranlassen. Als besonders gefährlich gilt die Sprengarbeit mit Schwarzpulver, weil dieses mit einer Flamme ausbläst, die weit länger andauert, als bei brisanten Sprengstoffen.

Gewisse Kohlenarten können demnach ohne jede Beimengung von Grubengas sehr heftige Explosionen veranlassen, ebenso wie Mehlstaub<sup>5)</sup>. Beim Hinzutreten geringer Mengen von Grubengas, welche für sich allein ungefährlich sein würden, steigert sich die Heftigkeit aller Verbrennungserscheinungen. Steigt der Gasgehalt auf 40% und darüber, so erhält auch solcher Kohlenstaub, bei welchem dies sonst nicht der Fall gewesen sein würde, die Fähigkeit einer unbegrenzten Fortpflanzung der Flamme.

Endlich können getrennt auftretende Anhäufungen von Grubengas durch Kohlenstaub auf große Entfernungen vom ersten Explosionsherde zur Entzündung gebracht werden.

Die Entzündlichkeit des Kohlenstaubes<sup>6)</sup> hängt demnach ab von dessen

1) Österr. Zeitschr. 1894, S. 449.

2) Bulletin de la soc. de l'ind. min. 2. sér., t. IX, S. 157. — Annales d. min. 1879, 7. sér., t. XV, S. 375.

3) Du rôle des poussières dans les explosions de grisou (Anhang zu den Verhandlungen der franz. Wetterkommission und Annales des mines 1881. — Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 297.

4) Hilt und Markgraf in Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 575; 1885, Bd. 33, S. 273. — Untersuchungen am Brückenbergschacht Nr. 1 zu Zwickau von J. Trepow. Österr. Zeitschr. Ver.-Mitt. 1888, S. 28. — Kohlenstaub-Explosion zu Grube Kreuzgräben bei Saarbrücken, von J. Sprenger in B.- u. H. Zeitg. 1888, S. 132.

5) Weber, Explosion der neuen Wassermühle in Hameln. Glasers Annalen 1888, Nr. 257. — Vergl. auch die Explosion in einem Trockenofen der Brikettfabrik von Schöppenthau & Wolff in Senftenberg. Diese Explosion ist dadurch besonders bemerkenswert, als sie nachgewiesenermaßen durch einen beim Aufschlagen eines Stückes Eisen erzeugten Funken veranlaßt wurde. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1894, S. 1888.

6) Simon, Entzündbarkeit des Kohlenstoffes auf den Gruben von Liévin

Feinheit, ferner vom Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, wahrscheinlich auch vom Gehalt an Sauerstoff und von der Trockenheit der Grubenluft, welche nach Nasse<sup>1)</sup> in tieferen, durch abgebaute Flötzteile mit der Tagesoberfläche nicht in Verbindung stehenden Gruben zunimmt. Sodann ist festgestellt, daß eine gewöhnliche Lichtflamme in Kohlen nur in seltenen Ausnahmefällen weitergehende Explosion veranlassen kann, sondern daß dazu bei Steinkohlenstaub ein plötzlich auf größere Ausdehnung glühend werdendes Gasgemenge gehört, wie es besonders ausblasende Sprengschüsse liefern, aber auch bei Explosionen reiner Schlagwetter entstehen kann.

Ein lebhafter Wetterzug kann die Gefahr der Kohlenstaub-Explosionen vergrößern, weil mit ihm eine Abtrocknung des Kohlenstaubes verbunden ist. Bietet somit der Kohlenstaub, besonders in Verbindung mit Grubengas, eine große Explosionsgefahr, so ist es auch selbstredend, daß durch die Verbrennung großer Massen von Kohlenstaub auch eine entsprechende Vermehrung der Nachschwaden eintreten muß.

**19. Mittel zur Beseitigung der Kohlenstaubgefahr<sup>2)</sup>.** — Um den Kohlenstaub unschädlich zu machen, kennt man bis jetzt kein anderes Mittel, als künstliche Bewässerung. Gruben oder Grubenabteilungen, welche Kohlenstaub führen, müssen deshalb mit Rohrleitungen versehen werden, aus welchen mit Hilfe einer Brause oder eines Wasserzerstäubers unter starkem Drucke befindliches Wasser in Form von feinen Strahlen oder Nebel austritt.

An Stelle stationärer Zerstäuber, welche nur noch bei starkem Wetterzuge angewendet werden, hat man mehr und mehr das viel wirksamere und zuverlässigere Abspritzen der Strecken und Arbeitspunkte mit Schlauch und Strahlrohr eingeführt und zu diesem Zwecke die Wasserleitung in geeigneten Abständen mit Hydranten versehen.

Um die Entstehung von Kohlenstaub zu verhindern, hat man in Saarbrücker Gruben, aber nur in milder, lockerer Kohle, nach einem von Meißner in Dudweiler<sup>3)</sup> eingeführten Verfahren die Kohlen in den Abbauen schon im anstehenden Zustande durchfeuchtet, indem man am Ende der Nachmittagschicht 1 m tiefe Bohrlöcher in den Kohlenstoß bohrt (auf 29 m flache Höhe 2 bis 3 Stück). Die Bohrlöcher werden durch, mit

---

in Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1888, S. 13. — Glückauf. Essen 1898, Nr. 2 u. 3 (Zündung durch Elektrizität).

1) Preuß. Zeitschr. 1888, Bd. 36, S. 179.

2) Zörner, Vortrag auf dem VI. allgemeinen deutschen Bergmannstage in Hannover, 10. Septbr. 1895. — Glückauf. Essen 1895, Nr. 67; 1896, Bd. 5, S. 61; 1898, Nr. 16 u. 17. — Preuß. Zeitschr. 1895, Bd. 43, S. 22. — Ebenda 1894, Bd. 42, S. 167. — Georgi im Jahrb. für das B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen 1891, S. 1. — Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 140, 392. — Vergl. Wabner in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 415. — Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 274. — Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1888, S. 30. — Freiburger Jahrb. f. d. B.- u. H.-Mann 1891, S. 1.

3) Preuß. Zeitschr. 1890, Bd. 38, S. 358. — Glückauf 1901, S. 180.

konischen hölzernen Hülzen versehene Düsen verschlossen, welche mit Druckwasser in Verbindung stehen. Bis zum andern Morgen ist die Kohle auf 2 bis 3 m Tiefe vollständig durchnäßt und außerdem noch durch den hohen Druck gelockert, sodaß die Abkühlung leicht und ohne Staubbildung vorgenommen werden kann. Bei quellendem Liegenden ist das Verfahren nicht anwendbar.

Die Grube Maybach besitzt ein 40 km langes Berieselungsnetz. Die Rohrdurchmesser sind im Schachte 100, in den Querschlägen 80, in den Grundstrecken 60, in den Teilstrecken 40 und in den Abbaustrecken 20 mm. Der tägliche Wasserverbrauch soll 100 cbm betragen.

Außerdem hat man vielfach stationäre Zerstäuber in der Weise verwendet, daß man mit ihnen in den Strecken nasse Zonen von 60 bis 100 m Länge in gewissen Abständen herstellt. Dadurch soll glühender Kohlenstaub abgekühlt und eine Übertragung der Entzündung auf entzündliche Gasgemische verhindert werden.

Über die in Schlagwettern und Kohlenstaub anzuwendenden Spreng- und Zündmittel<sup>1)</sup> ist das Nötige im II. Abschn. gesagt.

## 2. Kapitel.

### Mittel zum Erkennen und Messen schlagender Wetter.

**20. Abprobieren.** — Das schon erwähnte Mittel, die schlagenden Wetter durch den blauen Saum an der Lichtflamme zu erkennen, ist seiner Einfachheit wegen bis jetzt noch immer das beste und wird allgemein zum Abprobieren der Wetter angewendet, während die meisten sogenannten Indikatoren (s. 22 bis 28) mehr oder weniger Vorschläge geblieben sind. Der mit dem Abprobieren beauftragte Feuermann stellt sich die Flamme einer geeigneten Wetterlampe ganz klein, um auch geringe Mengen bemerken zu können. Bei größerer Flamme wird das Auge zu sehr geblendet und übersieht leicht die ersten Spuren des blauen Saumes.

Die Wetterlampe wird langsam und unter steter Beobachtung der Flamme von der Sohle bis zur Firste, und wenn sich schlagende Wetter durch das Wachsen des blauen Saumes kenntlich gemacht haben sollten, eben so langsam wieder zurück bewegt. Bei raschem Zurückziehen werden die brennenden Gase leicht durch den Drahtkorb hindurch geweht, ebenso wenn der Fahrende die Wetterlampe nicht ruhig vor sich hält, oder dieselbe gar hin und her bewegt. Bei größeren Mengen von Grubengas

<sup>1)</sup> Freiburger Jahrb. 1891, S. 1.

wird der Saum an der Lichtflamme zu einem blauen Kegel, welcher an Größe zunimmt, bis der ganze Korb mit heller (nicht mehr blauer) Flamme erfüllt ist.

Damit ist eine doppelte Gefahr eingetreten: einmal schlägt bei der geringsten unvorsichtigen Bewegung der Lampe die Flamme durch das Drahtgeflecht, sodann wird das letztere weißglühend und entzündet direkt die schlagenden Wetter außerhalb des Korbes. Man soll deshalb in einem solchen gefährlichen Augenblicke schnell, aber ruhig, den Docht ganz niederziehen, vor allen Dingen aber nicht etwa die Lampe ausblasen wollen, sondern dieselbe auf den Boden setzen und durch Bedecken mit der Bekleidung die Flamme ersticken.

Die Wetterlampe hat damit ihre Schuldigkeit getan, sie hat das Vorhandensein der Gefahr angezeigt, bietet aber darüber hinaus keine Sicherheit weiter.

Die Indikation der gewöhnlichen (Davy-)Wetterlampe beginnt bei einem Grubengasgehalte von 2%. Die Länge der sich bildenden Aureole beträgt

bei 2	%	=	7 mm,
- 2 $\frac{1}{2}$	-	=	10 -
- 3	-	=	20 -
- 3 $\frac{1}{2}$	-	=	36 -
- 4	-	=	60 -
- 4 $\frac{1}{2}$	-	=	wird der Deckel der Lampe erreicht.

Um geringe Gasmengen nachzuweisen, benutzt man nach einem Vorschlage von Pieler Spiritus als Brennstoff<sup>1)</sup>. Man erkennt dann schon Schlagwetter, wenn sie  $\frac{1}{4}$ % der Grubenluft betragen. Um dem Auge das Erkennen der blauen Schlagwetterflamme zu erleichtern, wird die Lampenflamme von Pieler und Cosset Dubrulle mit einem Hohlkegel umgeben, aus welchem nur die Spitze der Flamme hervorragt. Ihrer Bauart nach ist die Piellersche Lampe eine vergrößerte Davy-Lampe und besteht lediglich aus dem Spiritusbehälter mit Drahtkorb und Gestell. Wie bei Wolfs Benzinlampe darf nicht mehr Spiritus aufgegeben werden, als die in dem Behälter befindliche Watte aufzusaugen vermag, es können sich sonst leicht Spiritusdämpfe entwickeln, welche den Drahtkorb erfüllen, sich dort entzünden und in Schlagwettern Explosionen veranlassen würden, weil die Lampe, ebenso wie die Davysche, leicht durchschlägt. Aus diesem Grunde darf die Piellersche Lampe auch nicht als Wetterlampe benutzt werden, wofür sie schon ihrer geringen Leuchtkraft wegen auch gar nicht bestimmt ist. Auch ist es aus demselben Grunde ratsam, in Wettern mit hohem Grubengasgehalte die gewöhnlichen Wetterlampen zum Abprobieren zu benutzen und die Anwendung der Piellerschen Lampe auf solche Fälle zu beschränken, wo die ersteren zum Erkennen der Schlag-

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 253. — Über einfache Methoden zur Untersuchung der Grubenwetter von Fr. Pieler. Aachen 1883.



wetter nicht empfindlich genug sind. Das Vorgehen hat um so weniger praktische Schwierigkeiten, als die mit dem Abprobieren betrauten Personen schon der Beleuchtung wegen außer der Piellerschen noch eine gewöhnliche Wetterlampe bei sich führen müssen<sup>1)</sup>.

Die Verlängerung der Flamme über dem Schornstein beträgt bei der Piellerschen Lampe<sup>2)</sup>:

bei 1 % Gasgehalt	40 bis 55 mm,
- 2 - -	70 - 80 -
- 3 - -	120 mm.

Also für  $\frac{1}{4}$  % Gasgehalt rund 10 mm.

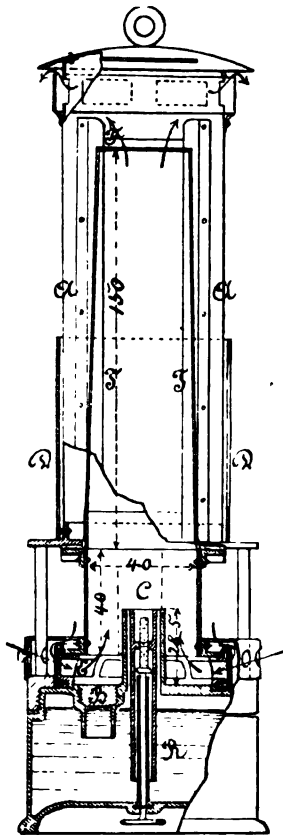


Fig. 652. Chesneau-Lampe.

Die Pieler-Lampe hat übrigens den Nachteil, daß sie, in einem Schlagwettergemisch warm geworden, ziemlich lange Zeit hindurch stark verlängerte Aureolen gibt und mitunter erst nach einer halben Stunde deren normale, in frischen Wettern geregelte Höhe zeigt.

Die von Chesneau im Jahre 1892 hergestellte Lampe zum Abprobieren der Wetter ist mit Methylalkohol gefüllt. Sie hat nicht den eben erwähnten Nachteil der Pieler-Lampe, liefert weit genauere und gleichmäßigere Resultate und bietet dabei sowohl in ruhenden, als auch in bewegten Wetterströmen dieselbe Sicherheit, wie die besten Wetterlampen<sup>3)</sup>.

Diese empfehlenswerte Lampe (Fig. 652) besteht aus einem messingenen Spiritusbehälter *R*, welchen man durch die Öffnung *B* füllt, aus einem Blechzylinder *C* und einem eisernen Drahtkorb *TT* mit 196 Maschen auf 1 qcm, dessen unterer Rand mit dem Zylinder *C* einen die Flamme verdeckenden und die Dochthülse um 37 mm überragenden Lichtschirm bildet. Der Drahtkorb ist mit einem Schutzmantel *AA* umgeben, in welchem zur Beobachtung der Aureole ein langes rechteckiges, von einer Glimmerscheibe verschlossenes Fenster *FF* angebracht ist. Die Verbindung zwischen diesem Schutzmantel und dem Zylinder *C* ist luftdicht. Der untere Teil des Glimmerfensters beschlägt bisweilen mit feuchtem Dampf, besonders beim

1) Joh. Mayer in Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 9.

2) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 586.

3) Haton de la Goupillière, Expl. des mines. Paris 1897. II, S. 719.

ersten Anzünden. Man beseitigt diese Verdunkelung mit Hilfe des beweglichen Zylinders *DD*, welcher den unteren Teil des Schutzmantels bedeckt, aber eine Öffnung besitzt, welche man im Augenblick der Beobachtung an die Stelle gegenüber dem Fenster führt.

Die Luft tritt in die Lampe oberhalb des Spiritusbehälters ein, indem sie ein ringförmiges, durch ein gelochtes Futteral geschütztes Doppelsieb *EE* durchzieht. Diejenigen der Löcher in dem Futteral, welche sich an dem Umfange der Lampe befinden, können in starken Wetterströmen geschlossen werden. Die Verbrennungsgase entweichen durch Öffnungen, welche oben im Schutzmantel angebracht sind. Die Lampe erlischt beim Schräghalten, was das bei der Pieler-Lampe erforderliche Ausfüllen des Spiritusbehälters mit Watte unnötig macht.

Die Lampe wiegt 1450 g und verbraucht 15 g Spiritus in der Stunde. Der Brennstoff, der im Interesse einer gleichmäßigen Beobachtung immer dieselbe Zusammensetzung haben muß, zeigt im Alkoholometer von Gay-Lussac 92°, bei einer Temperatur von 15°. Der Erfinder hat die Schärfe der Aureolen dadurch vermehrt, daß er dem Alkohol Äthylenchlorid und flammenfärbende Substanzen, wie Kupfernitrat, zugesetzt hat, wodurch die Flamme grünlich und deutlicher sichtbar wird.

Beim Gebrauch der Lampe zum Zweck der Messung muß die anfängliche Regelung der Flamme in reiner Luft und mit großer Sorgfalt geschehen. Nachdem man die angezündete Lampe 20 bis 30 Minuten sich hat erwärmen lassen, wobei die Flamme etwas über den Lichtschirm emporragt, regelt man sie im Dunkeln, indem man den Docht so weit herabzieht, bis der grüne Punkt, der die Spitze der Flamme bildet, genau hinter dem unteren Rande des Korbes *TT* verschwunden ist. Dabei bleibt übrigens noch über dem Lichtschirm ein bleicher Schein von 20 bis 25 mm Länge.

Um den Gehalt an Grubengas zu messen, öffnet man die Löcher am äußeren Umfange des Spiritusbehälters, welche das Doppelsieb *EE* umgeben. Alsdann bringt man das Auge in gleiche Höhe mit dem oberen Punkt der leuchtenden Spitze, welche sich über der Flamme bildet. Diese Aureole wird durch einen blaugrünen, stets von einem bleichen Scheine überragten Kegel gebildet. Sie ist sichtbar von 0,1% ab und wird scharf über 0,3%. Die Höhe des Kegels über dem Lichtschirm ist 23 mm bei einem Gehalt an Grubengas von 0,5%, 35 mm bei 1%, 47 mm bei 1½%. Sie erreicht den Deckel des Korbes bei 3%. Von 2% an erscheint die gelbe, von dem Grün des Spiritus umränderte Flamme an der Basis der Aureole und verlängert sich bei höherem Gasgehalt. Ihre sichtbare Höhe ist 25 mm bei 3%. Die Lampe erlischt schließlich bei einem Gasgehalt von 5,75%.

Dieser Apparat, welcher demnach sehr genaue Resultate zwischen 0,3 und 3% Gasgehalt liefert, ist in allen Schlagwettergruben Frankreichs in Gebrauch. Er wird weder durch Erhöhung der Temperatur des Schlag-

wettergemisches, noch durch die Gegenwart von etwas Kohlensäure in merkbarer Weise beeinflusst, nur werden in einem solchen Falle die Aureolen etwas weniger genau. Zahlreiche Vergleiche zwischen den mit Hilfe der Chesneau-Lampe und in Laboratorien ermittelten Gasgehalten haben die Zuverlässigkeit der ersteren unter den verschiedensten Bedingungen ergeben.

Die Wolfsche Benzinlampe eignet sich bei gehöriger Verkleinerung der Flamme ebenfalls gut zum Erkennen der Schlagwetter, indem sie schon  $1\frac{1}{2}\%$ , bei Luftzuführung von unten sogar schon  $\frac{3}{4}\%$  Grubengas deutlich erkennen läßt.

Übrigens liefert die Firma Friemann & Wolf auch Alkohollampen eigener Konstruktion, bei denen äußerlich durch Teilstriche die Länge der Flammen. bzw. das Prozentverhältnis des in der Luft enthaltenen Grubengases angezeigt wird.

Die Ashworth-Lampe<sup>1)</sup> soll bei Anwendung von Benzolin Grubengasgehalte von weniger als  $2\%$  deutlich anzeigen.

**21. Wetterzeichen.** — Grubenbaue, in denen schlagende Wetter nachgewiesen sind, müssen von dem Feuermanne vorläufig durch Zeichen (Kreuze) kenntlich gemacht und dürfen von den Arbeitern nicht befahren werden. Die Glaubwürdigkeit dieser Zeichen dadurch zu verringern, daß sie nicht rechtzeitig wieder entfernt werden, ist in hohem Grade verwerflich.

In vielen Gruben sind die Wetterzeichen durch Warnungstafeln ersetzt, welche auf dem Füllorte so angebracht sein müssen, daß sie von keinem Arbeiter übersehen werden können. Auf diesen Tafeln haben die Feuermänner vor Beginn der Schicht die Namen derjenigen Betriebspunkte zu verzeichnen, in denen sie schlagende Wetter (»Wetter«) angetroffen haben.

**22. Endosmose und Exosmose.** — Das Erkennen schlagender Wetter durch Endosmose und Exosmose<sup>2)</sup> ist in verschiedener Weise vorgeschlagen. Ein dünner Kautschukball wird mit Luft gefüllt. Auf ihm liegt der eine Arm des Hebels, welcher den Ball etwas eindrückt, außerdem aber mit einer Feder in Verbindung steht. Wird der Hebelarm durch Eindringen des Grubengases in den Kautschukball und Anschwellen desselben gehoben, so löst der andere Arm die Feder aus, und eine von der letzteren in Ruhe gehaltene Glocke setzt sich läutend in Bewegung<sup>3)</sup>.

Hierher gehören auch die von Ansell<sup>4)</sup> und von G. H. von der Weyde<sup>5)</sup> vorgeschlagenen Indikatoren, welche aber beide keine praktische Anwendung gefunden haben.

1) B.- u. H. Zeitg. 1891, S. 347. — Deutsche Kohlenzeitung 1891. Nr. 48.

2) Dinglers polyt. Journal Bd. 177, S. 407.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865, Nr. 33, S. 280.

4) Ebenda 1866, S. 216. — Österr. Zeitschr. 1866, S. 173 ff.

5) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1870, S. 167.

23. **Indikator von B. Egger & Co. in Wien<sup>1)</sup>.** — Ein mit atmosphärischer Luft gefüllter Topf hängt an einem Wagebalken, dessen anderes Ende ein Gegengewicht trägt. Dieses bewirkt, daß der Wagebalken horizontal liegt, so lange sich der Topf in reiner Luft befindet. Ist dieser aber von spez. leichterem Grubengas umgeben, so sinkt er und hebt damit eine Reihe Platinstifte, welche sich in der Verlängerung des Wagebalkens befinden, aus mit Quecksilber gefüllten Näpfchen heraus. Dadurch werden Ströme, die zu den Elektromagneten der Indikatoren führen, geöffnet, die Nummern der Ströme, welche mit den Quecksilbernäpfchen verbunden sind, fallen vor und es ertönt gleichzeitig im Maschinenhause oder in einem Amtszimmer über Tage ein Alarmsignal. Der Apparat muß vor Ort aufgestellt werden.

24. **Lampe von Franz Clowes<sup>2)</sup>.** — An dieser Lampe ist ein mit gepreßtem Wasserstoffgas gefüllter Stahlzylinder angebracht, welcher jedoch abgenommen werden kann, wenn die Lampe lediglich leuchten soll. Beim Gebrauche als Indikator zieht man den Docht so weit ein, daß nur noch ein kleines Flämmchen bleibt, läßt durch Öffnen einer Schraube Wasserstoffgas aus dem Stahlzylinder in die Lampe eintreten und zieht, nachdem sich das Gas entzündet hat, den Docht gänzlich ein, sodaß nur noch die wenig leuchtende Wasserstoffgasflamme brennt. Eine im Inneren der Lampe angebrachte Skala gestattet das Ablesen des Gehaltes der Wetter an Grubengas, entsprechend der Aureolenlänge. Diese beträgt bei 0,25 % Grubengas und 10 mm Höhe der Wasserstoffflamme 17 mm. Die Lampe ist jedoch teuer und kann nur einem intelligenten Aufseher, nicht aber dem gewöhnlichen Bergmann in die Hand gegeben werden.

25. **Patent-Gasindikator von Liveing.** — Während die bisher vorgeschlagenen Apparate auf den physikalischen Eigenschaften des Grubengases beruhen, hat Liveing einen Patent-Gasindikator hergestellt<sup>3)</sup>, bei welchem die Brennbarkeit des Gases zu Grunde gelegt ist. Zwei Spiralen von feinem Platindraht werden durch Drehung eines im Boden des Apparates befindlichen Elektromagneten ins Glühen versetzt. Die eine Spirale ist luftdicht von einer mit reiner Luft gefüllten Glasröhre umschlossen, die andere ist dagegen dem Gasgemenge ausgesetzt und glüht um so stärker, je höher der Gehalt der Wetter an Methan ( $CH_4$ ) ist. Mit Hilfe eines einfachen Lichtstärkemessers, welcher durch ein kleines Fenster beobachtet werden kann, läßt sich aus der Glühdifferenz der beiden Spiralen der

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1892 S. 261.

2) Österr. Zeitschr. 1894, S. 315, 397; 1895, S. 186.

3) On an instrument for the detection and measurement of inflammable gaz in the atmosphere of mines, by E. H. F. Liveing, Assoc. Royal School of mines, Mining Engineer. Sole manufactures: L. Clark, Muirhead & Co. Regency Street, Westminster S.W. — Österr. Zeitschr. 1880, S. 586. — Engineering. Vol. 30, S. 114.

Gehalt an Methan genau ermitteln und zwar schon von  $\frac{1}{4}\%$  an. Praktische Anwendung hat der Apparat wegen rascher Zerstörung der den Grubengasen ausgesetzten Platinspirale nicht gefunden.

**26. Gas-Entdecker (Detector) von W. E. Garforth<sup>1)</sup>.** — Nur mit der kleinen Davy-Lampe ist es möglich, das Grubengas am höchsten Punkte von Höhlungen nachzuweisen, weil man dieselbe schräg halten kann, ohne daß sie erlischt. Da man die Davy-Lampe aus diesem Grunde vielfach zum Abprobieren verwendet, dieselbe jedoch bei einer Geschwindigkeit des Wetterstromes von 2 m leicht durchschlägt, so sind die Davy-Lampen bei unvorsichtiger Handhabung gefährlich.

Um nun die, eine weit größere Sicherheit bietenden Lampen mit Glaszylinder (Mueseler, Marsaut, Wolff u. s. w.) zu demselben Zwecke benutzen zu können, saugt W. E. Garforth's Gasentdecker das Grubengas mit einer 5 cm weiten, 8 cm hohen und am Halse mit einer kleinen Bronzeröhre versehenen, birnenförmigen Kautschukblase ein, nachdem durch Zusammendrücken die Luft aus derselben entfernt ist, und bläst das Gas durch eine, am unteren Ende mit einem Kugelventile, oben mit Drahtgewebe verschlossene, durch den Ölbehälter hindurchgehende kleine Blechröhre. Die Lampe kann man während der Probenahme an einem sicheren Orte stehen lassen. Es ist klar, daß man mit der kleinen, in der Tasche zu tragenden Kautschukblase auch in ganz kleinen Höhlungen, Klüften u. s. w. Gasproben nehmen kann, was mit keinem andern Apparate möglich ist.

**27. Formenophon.** — Dieser zum Erkennen schlagender Wetter von M. E. Hardy<sup>2)</sup> angegebene Apparat beruht darauf, daß zwei gleich gestimmte Orgelpfeifen, mit derselben Luftart angeblasen, Töne von gleicher Schwingungsdauer hervorbringen, daß aber die Töne verschieden sind, wenn die eine Pfeife mit reiner Luft, die andere mit Gasen von anderer Dichte, z. B. mit Grubengas, angeblasen wird. Ob der Apparat praktische Brauchbarkeit besitzt, muß erst noch erprobt werden.

**28. Schlagwetter-Indikator von Reinhold Buhl (D. R. P. Nr. 139798).** Das Wesen dieses Indikators besteht darin, daß eine in einem isolierten Raume untergebrachte Dauerflamme, welche mit der Grubenluft durch eine enge Röhre in Verbindung steht, die vorhandenen Kohlenwasserstoffgase zur Entzündung bringt, wobei die dadurch bedingte höhere oder geringere Lichtstärke zur Beeinflussung einer in einen Stromkreis eingeschalteten Selenzelle verwendet wird. Ist diese hell beleuchtet, so läßt sie den Strom frei durchfließen, während sie verdunkelt dem Strom einen starken Widerstand entgegensetzt. Die sich hieraus ergebende Änderung der Stromstärke wird dazu benutzt, ein Galvanometer oder einen Elektromagneten zu beeinflussen, wodurch dann in Verbindung mit bekannten Hilfsapparaten hörbare oder sichtbare Zeichen hervorgerufen werden.

1) Société de l'ind. min. Mars 1885, S. 23.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1894, S. 101.

29. **Gasproben und deren Analyse**<sup>1)</sup>. — Die Gasproben im Hauptausziehstrom werden am besten mit Hilfe von Aspiratoren entnommen. Man bedient sich dazu in der Regel der Winklerschen Zinkblechflasche, welche durch einen Boden in zwei gleich große, mit Wasser zu füllende Abteilungen getrennt ist.

Die untere Abteilung enthält etwa 110 l Wasser und dient zur Auffassung der Gasprobe, sie steht durch den Hahn 6 (Fig. 653) mit einer Ausflußröhre in Verbindung, aus welcher in der Stunde 4 l, also in 24 Stunden 96 l ausfließen.

An der höchsten Stelle der unteren Abteilung mündet die Saugröhre, welche durch den Hahn 1 mit einer engen Kupferröhre in Verbindung steht, die am Auge der Wettermaschine oder bei den in der Grube aufgestellten Apparaten nahe der Firste endet. Zwischen dieser Kupferröhre und dem Hahn 1 befindet sich noch eine Kugelhöhre, welches den Gang des Gases zu beobachten gestattet. Werden nun Hahn 6 und Hahn 1 geöffnet, so füllt sich das untere Gefäß allmählich mit dem zu untersuchenden Gasgemische.

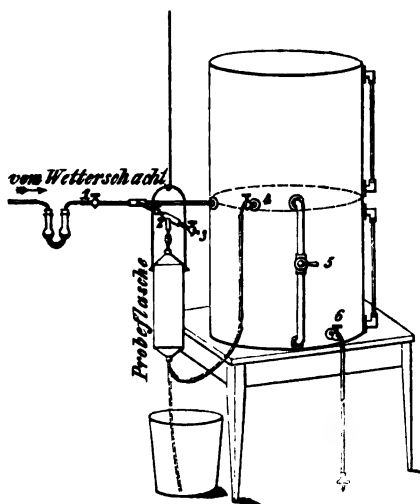


Fig. 653. Winklers Zinkflasche für Gasproben.

Soll nach 24 Stunden eine Probe zur Analyse genommen werden, so werden die Hähne 1 und 6 geschlossen, eine Probeflasche an den Apparat gebracht, deren obere Mündung an den zwischen den Hähnen 2 und 3 befindlichen Stutzen angeschlossen wird, während die untere Mündung mit Hahn 4 durch einen Gummischlauch verbunden ist. Durch Öffnen von 3 und 4 füllt sich diese Flasche mit Wasser. Wird dann 3 und 4 geschlossen, der Gummischlauch, welcher an der unteren Mündung der Flasche hängt, in ein Gefäß gegeben und 5 und 2 geöffnet, so drückt das Wasser der oberen Aspiratorabteilung das Gas in die Probeflasche, bis es endlich durch das Wasser des untergestellten Kübels zum Vorschein kommt. Man schließt dann die Probeflasche mit Glaspfropfen und bringt sie in das Laboratorium.

Die Gasprobe steht in der Flasche unter ziemlich hohem Druck, was zur

1) Dr. A. Schondorff, Die Apparate des Laboratoriums der preußischen Schlagwetterkommission in Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 35. — Österr. Zeitschr. 1895, S. 183.

Kontrolle der Dichtheit der Probeflasche sehr wünschenswert ist. Nach der Entfernung der Probeflasche läßt man das Wasser durch Hahn 5 so lange in die untere Aspiratorabteilung strömen, bis es durch Hahn 2 zum Vorschein kommt, schließt die Hähne 5, 2, 6 und 1 und setzt dadurch den Aspirator für die nächsten 24 Stunden in Betrieb.

Gasproben der Teilströme werden durch mit Wasser gefüllte Glas- oder Blechflaschen genommen, welche oben und unten mit Hähnen versehen sind. Bei Entnahme der Probe öffnet man beide Hähne, das Wasser fließt aus und an seine Stelle tritt das zu analysierende Gasgemisch. Ist das Wasser abgelaufen, so sperrt man die Hähne.

Die Analyse der Gasproben kann auf sehr genaue Weise nach dem von Cl. Winkler empfohlenen Verfahren<sup>1)</sup> vorgenommen werden. Danach wird das Gas zuerst durch Kalilauge geleitet, um es von der Kohlensäure zu befreien, dann passiert es eine glühende, mit Kupferoxyd angefüllte Glasröhre, in welcher das Grubengas zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird. Die gebildete Kohlensäure wird in titriertem Barytwasser aufgefangen und dann der Barytüberschuß mit Oxalsäurelösung von bestimmtem Gehalte gemessen. Auf diese Art bestimmt man die Menge der entstandenen Kohlensäure und kann aus dieser die Menge des ursprünglich vorhandenen Grubengases berechnen.

Zur Untersuchung einer größeren Anzahl von Proben in kurzer Zeit eignet sich das Grisoumeter von Coquillon-Schondorff<sup>2)</sup>. Dieses Instrument gestattet die Anwendung einer viel geringeren Gasmenge und führt dadurch rasch zum Ziele. Von dem Gas werden 50 ccm in ein Meßrohr gefüllt und durch Überführen in ein mit Kalilauge beschicktes Gefäß von der Kohlensäure befreit. Darauf wird das Gas über eine durch den elektrischen Strom ins Glühen versetzte Spirale aus dünnem Palladiumblech geleitet, wodurch die Grubengase zu Kohlensäure und Wasser verbrennen. Die gebildete Kohlensäure wird wieder durch Kali absorbiert und der Wasserdampf durch Erkaltenlassen des Apparates zur Kondensation gebracht. Da nun 2 Vol. Grubengas mit 4 Vol. Sauerstoff 4 Vol. Wasserdampf und 2 Vol. Kohlensäure bilden, so hat man die nach dem Versuch eingetretene Volumverminderung nur durch 3 zu dividieren, um den ursprünglichen Gehalt an Grubengas zu ermitteln.

Die Handhabung des Grisoumeters ist so einfach, das die Gananalysen recht gut von intelligenten Arbeitern besorgt werden können.

Das Grisoumeter von Coquillon, neuerdings von Peter von Martens in Trzynietz bei Teschen verbessert und von der Firma Cornelius Heinz in Aachen geliefert, läßt bei einiger Übung 0,1% Grubengas deutlich erkennen und hat den Vorzug, keine großen Ansprüche an die wissenschaftliche Vorbildung zu stellen und die Ausführung einer erheblichen

---

1) Winkler, Technische Gasanalyse S. 93.

2) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 116.

Anzahl von Untersuchungen in kurzer Zeit zu gestatten. Genauere Resultate ergibt das Winklersche Verfahren.

Der Probenehmer von Petit hat die Aufgabe, auf automatischem Wege aus schlagwetterhaltigen Luftgemischen ununterbrochen Proben zu entnehmen, deren Zusammensetzung im Laboratorium alsdann nach dem Grade ihrer Entflammbarkeit festgestellt wird. Der Petit-Apparat ist mit sechs Probeflaschen ausgerüstet, welche mit Wasser gefüllt sind und sich allmählich während sechs oder zwölf Stunden, je nachdem wie die Einstellung erfolgt ist, entleeren. Zu gleicher Zeit füllen sie sich mit der grubengashaltigen Luft ihrer Umgebung, und zwar ist die Einrichtung so getroffen, daß, sobald alles Wasser aus einem Gefäße herausgelaufen ist, die zugehörige Lufteintrittsröhre mit ihrer Öffnung unter Wasser gelangt, wodurch ein vollständiger Abschluß des aufgefangenen Luftgemisches sichergestellt ist.

30. **Schlagwetterprüfer von Shaw<sup>1)</sup>.** — Dieser in Nordamerika trotz seines hohen Preises von 500 \$ vielfach angewendete Apparat besteht aus zwei stehenden Pumpenzylindern, von denen der eine fest, der andere auf einer Skala beweglich ist. Zylinder I hat immer denselben Kolbenhub und saugt bei jedem Hub immer die gleiche Menge Luft ein, Zylinder II kann so gestellt werden, daß er auf 1000 T. Luft bis herunter zu 1 T. Leuchtgas ansaugt. Beide Kolbenstangen sind an einem und demselben Wagebalken angeschlossen, welcher durch eine Kurbel mit Übertragung bewegt wird.

Luft und Gas gelangen gemischt in einen liegenden Explosionszylinder, dessen Plungerkolben bei genügend starker, durch eine Flamme bewirkter Explosion gegen eine Glocke getrieben wird. Ist die Explosion nicht stark genug, was bei einem Gemisch von 8% Leuchtgas mit Luft der Fall ist, dann gelangt der Plungerkolben nur bis dicht vor die Glocke.

Zur Untersuchung von Grubenluft auf  $CH_4$  wird dieselbe in einem Gummibeutel mit daran befindlicher Saug- und Druckpumpe aufgefangen, im Laboratorium der Beutel mit der Pumpe I in Verbindung gebracht und durch die auf 7,9% gestellte Pumpe II Leuchtgas angezogen. Findet eine starke Explosion statt, so muß mehr als 7,9% brennbares Gas vorhanden sein. Verringert man dann durch geeignete Stellung von II die Leuchtgasmenge allmählich, so kommt man auf einen Punkt, bei welchem keine Explosion mehr stattfindet. War die Leuchtgasmenge z. B. 5,3%, so enthält die Luft im Beutel  $8,0 - 5,3 = 2,7\%$  Gas. Vermutet man einen starken Grubengasgehalt, dessen Explosion allein zu heftig sein würde, so bringt man etwas davon in einem offenen Probezylinder mit einem Flämmchen in Berührung und verdünnt das Grubengas in einer Mischungsvorrichtung auf  $\frac{1}{5}$  oder  $\frac{1}{10}\%$ , bevor man es in den Explosionszylinder eintreten läßt.

1) Glückauf. Essen 1894, Nr. 30. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, S. 360; 1894, S. 138, 251, Taf. IV, Fig. 1.



## 3. Kapitel.

Mittel zur Beseitigung böser Wetter<sup>1)</sup>.

31. **Allgemeines.** — Unter den vielfachen Mitteln zur Beseitigung böser und besonders schlagender Wetter muß als das naturgemäße und wirksamste die gehörige Verdünnung durch atmosphärische Luft, also eine gute natürliche oder künstliche Wetterführung, welcher man zeitweilig durch Eingießen von Wasser in den einziehenden Schacht (15) zu Hilfe kommen kann, obenan gestellt werden.

Die Vorschläge, die sich entwickelnden Gase durch »ewige Lampen« oder durch beständig überspringende elektrische Funken zu verzehren, sind praktisch unausführbar, auch würde ein solches Verfahren höchst gefährlich sein.

Das »Buschen« (wiederholtes, rasches Niederlassen eines buschigen Zweiges in Versuchsschächten, oder Schlagen mit einem solchen oder mit einem Kleidungsstücke in Strecken) wird mit Vorteil in kleinen Grubenräumen angewendet, um die Verdünnung böser Wetter durch frische zu befördern. Dadurch, daß man Wasser in den Schacht fallen läßt (etwa durch Übergießen der Pumpen, wenn keine besondere Vorkehrung vorhanden ist), erreicht man denselben Zweck.

Auch der auf der Königsgrube im Wurmrevier gemachte Versuch, das Grubengas durch eine Saugpumpe mit einem System von Röhren abzusaugen und für Kesselheizung, sowie für Beleuchtungszwecke u. s. w. nutzbar zu machen, hat einen befriedigenden Erfolg nicht gehabt<sup>2)</sup>.

32. **Körnerscher Apparat.** — Der Körnersche Apparat<sup>3)</sup> soll die schlagenden Wetter dadurch entfernen, daß dieselben an fünf Brennern einer Ligroinlampe, welche mit rotglühend erhaltenem Asbest- und Palladiumschwamm versehen sind — (zur Entzündung der Schlagwetter ist Weißglut nötig) — langsam verbrannt werden, was sich durch praktische Versuche nicht bewährt hat.

1) Arouds Methode zur Vertreibung der Schlagwetter, von Buisson. Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1887, S. 238. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1887, S. 491.

2) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 70.

3) Winkler, Analyse der Industriegase. II. — Journal für Gasbeleuchtung 1878, Nr. 2. — Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 252.

## 4. Kapitel.

## Umlauf der Wetter in den Grubenbauen.

33. **Allgemeines.** — Die Zuführung frischer Wetter in die Grubenbaue und die Bewegung derselben ist nur möglich, wenn das Gleichgewicht der Luftmassen in oder vor der Eintritts- oder Austrittsöffnung ein gestörtes ist. Ebenso wie die Bewegung der Luftmassen über Tage, entsteht der Wetterzug in der Grube dadurch, daß spezifisch schwere Luft die leichtere verdrängt.

Diese Störung des Gleichgewichtes kann entweder auf natürlichen oder künstlich hervorgebrachten Temperaturunterschieden, sowie ferner auf Verdünnung oder Verdichtung der Luftmassen durch saugende, bzw. blasende Wettermaschinen beruhen.

34. **Wettermenge.** — Die Wettermenge, welche eine Grube durchzieht, ist

$$q = f v,$$

wobei noch die Reibungswiderstände zu berücksichtigen sind. Die Luftmenge  $q$  (in Metern) wächst also direkt mit dem Querschnitte  $f$  (qm) und der Geschwindigkeit  $v$  (Meter).

Die letztere läßt sich berechnen nach der Formel

$$v = \sqrt{2 g H \left( \frac{s_1 - s_2}{s_2} \right)},$$

in welcher bedeutet:

$g = 9,808$ ,

$H =$  Tiefe des Schachtes  $A$  (Fig. 654),

$s_1 =$  größere Dichtigkeit der Luft in dem höher gelegenen Schachte (im Sommer),

$s_2 =$  geringere Dichtigkeit der äußeren Luftschicht  $B$  über dem Stollenmundloche oder über einem tiefer gelegenen Schachte (im Sommer).

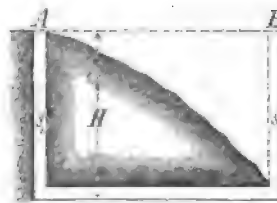


Fig. 654. Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

Sind  $s_1$  und  $s_2$  nicht durch Manometermessungen gegeben, so kann man dafür die Temperatur der beiden Luftsäulen einsetzen. Bedeutet also

$t^0$  die geringere Temperatur im einziehenden Wetterstrome,

$T^0$  die größere Temperatur im ausziehenden Wetterstrome,

$\alpha$  den Ausdehnungskoeffizienten der atmosphärischen Luft  $= 0,00367$ ,  
so entsteht die Formel:

$$v = \sqrt{2gHa \left( \frac{T^0 - t^0}{1 + aT^0} \right)}.$$

Die Geschwindigkeit läßt sich demnach vergrößern:

1) durch die Vermehrung von  $H$ , also z. B. durch Aufsattelung des Schachtes;

2) durch Vermehrung des Unterschiedes zwischen  $s$ , und  $s$ , beziehungsweise  $T^0$  und  $t^0$ , also durch Verdünnung der einen oder Verdichtung der andern Luftsäule, sei es durch Erwärmung, bezw. Abkühlung, sei es durch Aussaugen, bezw. Verdichten. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Geschwindigkeit nur mit der Quadratwurzel aus diesen Werten wächst. Das Aufsatteln eines Wetterschachtes von 100 m Tiefe um 44 m würde z. B. die Geschwindigkeit des Wetterstromes nicht um 44 %, sondern nur im Verhältnisse  $\sqrt{100} : \sqrt{144} = 10 : 12 = 100 : 120$ , also nur um 20 % vermehren.

Dasselbe gilt von der Vergrößerung des Bruches  $\frac{T^0 + t^0}{1 + aT^0}$ . Daraus folgt im allgemeinen, daß eine Vermehrung des Luftquantums durch Vergrößerung der Geschwindigkeit nur in beschränktem Grade vorteilhaft ist.

**35. Einfluß des Querschnittes und der Reibung.** — Anders steht es mit der Vergrößerung des Querschnittes, zu welcher das durchziehende Luftquantum in direktem Verhältnisse steht, und welche man entweder dadurch erreicht, daß man den Strecken und Schächten größere Dimensionen gibt, oder dadurch, daß man den Wetterstrom teilt und jedem Teilstrome einen besonderen Weg zuweist, wodurch sich gleichzeitig die Gesamtlänge des letzteren vermindert.

Die Reibungswiderstände<sup>1)</sup>, welche der Wetterstrom zu überwinden hat, vermindern die Druckhöhe  $H$  und damit auch die Geschwindigkeit. Sie stehen sowohl mit dieser, als auch mit dem Umfange des Querschnittes und mit der zu durchlaufenden Länge in direktem, mit dem Inhalte des Querschnittes in umgekehrtem Verhältnisse. Hiernach ist der günstigste Querschnitt derjenige, welcher bei dem größten Inhalte den kleinsten Umfang hat, also in erster Linie die Kreisform, welche man bei Schächten, in zweiter Linie das Quadrat, welches man bei Strecken anwenden kann.

Höchst ungünstig wirken auf die Geschwindigkeit Verengungen und Krümmungen, welche deshalb besonders in den Hauptwetterstrecken zu vermeiden sind.

Im allgemeinen beträgt die Geschwindigkeit in den Wetterstrecken 4 m, in den Abbauen selten über 1 m in der Sekunde.

**36. Depression<sup>2)</sup>.** — Der Unterschied in der Spannung der durch Erwärmung oder Ansaugen verdünnten und der äußeren Luft heißt Depression.

1) Combes, Traité de l'expl. des mines. t. II, S. 335.

2) Hâton de la Goupillière, Cours de l'expl. d. mines. Paris 1885, S. 386. — Devillez, Ventilation des mines, Mons 1875. Chapitre premier.

Dieselbe wird durch Druckapparate oder Manometer gemessen und gewöhnlich in Millimeter Wassersäule ausgedrückt. Im allgemeinen beträgt dieser Unterschied bei saugenden Wettermaschinen nur 40 bis 60 mm, steigt aber in einzelnen Fällen über 100 mm und zeigt sich darin ein wesentlicher Unterschied mit den Ansprüchen, welche man an Hüttengebläse stellt, denn während man von diesen ein beschränktes Wetterquantum von hoher Pressung verlangt, ist es bei dem Wetterzuge für die Gruben gerade umgekehrt.

Wird die Depression mit  $H$  (mm) und das in einer Sekunde in die Grube eingetretene Luftquantum mit  $q$  (cbm) bezeichnet, dann ist

$$(1) \quad N = \frac{Hq}{75} = 0,0133 Hq$$

diejenige Arbeit in Pferdekraften, welche zum Einziehen jener Luftmenge aufzuwenden ist.

Denkt man sich alle Wetterwege zu einem einzigen von der Länge  $l$  (m) und dem Umfange  $p$  (m) vereinigt und denkt sich ferner den Querschnitt  $f$  (qm) dieses Wetterweges (Strecke, Schacht) auf eine durch die Geschwindigkeit  $v$  (m) ausgedrückte Länge fortbewegt, so entsteht ein Körper von dem Inhalte

$$(2) \quad fv = q.$$

Bei demselben Querschnitte ist  $Hf$  der Ausdruck für die auf den ersteren wirkende bewegende Kraft,  $cplv^2$  derjenige für die Reibungswiderstände, wobei  $c$  ein konstanter Koeffizient ist, sodaß man für die Widerstände, welche durch die Depression  $H$  zu überwinden sind, die Gleichung

$$(3) \quad H = c \frac{lpv^2}{f}$$

erhält. Die Konstante  $c$  wird von Devillez<sup>1)</sup> für den Durchschnitt aller Wetterwege auf 0,0018, für sorgfältig ausgeführte Lutton auf 0,0004 angegeben, während Murgue berechnet hat:

- a. für ausgemauerte Strecken  $c = 0,00033$
- b. - nicht ausgebaute Strecken  $c = 0,00094$
- c. - verzimmerte Strecken  $c = 0,00156$ .

Die Querschnitte, welche für das Durchziehen einer gleichen Wettermenge in der Zeiteinheit bei gleicher Depression erforderlich sind, hat Murgue zu (a) 2,3 qm — (b) 3,6 qm — (c) 4,4 qm und das Verhältnis der Widerstände in geraden Strecken, gewundenen Strecken und solchen, die in ununterbrochener Kurve einen Halbkreis bilden, zu 3 : 5 : 6 angegeben<sup>2)</sup>.

Setzt man in Formel (3)  $l = 1000$  m,  $p$  bei 2 m Höhe und Breite der Strecke = 8 m und  $f = 4$  qm, ferner die Wettermenge in der Minute  $q =$

1) Devillez, Ventilation des mines S. 37.

2) Glückauf, B. u. H. Wochenschr. 1899, S. 416.

1800 cbm, also in der Sekunde zu  $q = 30$  cbm, dann ergibt sich aus Gleichung (2):  $v = \frac{q}{f} = \frac{30}{4} = 7,5$  m.

Nimmt man die Konstante  $c$  für verzimmerte Strecken  $= 0,00156$ , so ergibt sich  $H = 0,00156 \times \frac{1000 \cdot 8 \cdot (7,5)^2}{4} = 175$  mm.

Bei nicht ausgebaute Strecke würde sich ergeben 105 mm, bei Ausmauerung nur noch 37 mm<sup>1)</sup>.

Setzt man in die Gleichung (3) den Wert für  $v$  aus Gleichung (2), so entsteht

$$(4) \quad H = c \frac{l p q^2}{f^3}.$$

Hieraus ergibt sich, daß man durch Vergrößerung des Querschnittes am wirksamsten die Widerstände vermindern, durch Vermehrung von Länge, Umfang und Wettermenge aber vermehren wird.

Bringt man die Gleichung (4) in die Form:

$$(5) \quad \frac{f^3}{c l p} = \frac{q^2}{H},$$

so hat man rechts die veränderlichen Elemente der Wetterversorgung, links die durch die Verhältnisse der Grube gegebenen Faktoren. Je nach Verschiedenheit der letzteren wird auch das Verhältnis  $\frac{q^2}{H}$  bei jeder Grube ein anderes sein. Diesen Wert, also den Einfluß, welchen die Verhältnisse einer Grube, besonders der Querschnitt der Wetterwege (Verengung oder Erweiterung), auf die größere oder geringere Leichtigkeit der Ventilation ausüben, indem sie zur Fortbewegung eines bestimmten Luftquantums eine mehr oder weniger hohe Depression verlangen, nennt Guibal das Temperament der Grube.

Diese Temperamente betragen in Belgien und Frankreich 20, 30 und 40, wobei  $H$ , die treibende Luftspannung, 40 bis 80, ausnahmsweise bis 127 mm Wassersäule betrug. In England, wo meist Flötze von mittlerer Mächtigkeit und flacher Lagerung abgebaut werden, sind Temperamente von 70 bis 85, ja 100 keine Seltenheit. Das Temperament vermindert sich bei sonst günstigen Umständen, wie große Flötzmächtigkeit, wesentlich durch lange Wetterwege, wie sie vorliegen, wenn man den Einzieh- und Ausziehschacht nahe beieinander anlegt oder bei dem Einschachtsystem. Besser ist es in dieser Beziehung, wenn die beiden Schächte an den Enden des Baufeldes liegen, sodaß die Wetter nur einen einfachen Weg zurückzulegen haben.

Bei Schlagwettergruben ist es jedoch schwer, in diesem Falle die ersten Wetterverbindungen herzustellen, man ist vielmehr oft gezwungen, bei

1) Glückauf, B.- u. H. Wochenschr. 1889, S.416.

Neuanlagen den Ein- und Ausziehschacht näher aneinander zu legen und es der späteren Zukunft vorzubehalten, den Wetterschacht weiter ins Feld zu verlegen.

Bezeichnet man in Formel (4) den für jede Grube, solange sich in derem Zustande nichts ändert, unveränderlichen Wert  $\frac{c l p}{f^3}$  mit  $R$ , so kann man schreiben  $H = R q^2$ , woraus folgt  $R = \frac{H}{q^2}$ .  $R$  drückt dann den spezifischen Grubenwiderstand aus, und bringt den Luftdruck zum Ausdruck, welcher nötig ist, um 1 cbm Wetter in der Sekunde durch eine Grube hindurchzutreiben<sup>1)</sup>.

Weiter ist zu beachten, daß sich die Depressionen  $H$  und  $H_1$  zweier Ventilatoren verhalten wie die Quadrate der Umfangsgeschwindigkeiten, oder der Umlaufzahlen. Bezeichnet man diese mit  $n$  und  $n_1$ , so ist:

$$\frac{H}{H_1} = \frac{n^2}{n_1^2},$$

also

$$H = H_1 \frac{n^2}{n_1^2} \quad \text{und} \quad n = n_1 \sqrt{\frac{H}{H_1}}.$$

**37. Gleichwertige Öffnung<sup>2)</sup>.** — In einer gegebenen Grube kann bei einer bestimmten Depression  $H$  an der Mündung des ausziehenden Schachtes nur ein Luftquantum  $q$  durchgehen. Solch eine Grube kann mit Rücksicht auf die Widerstände, welche sie dem durchziehenden Wetterstrom entgegensetzt, mit der Öffnung  $a$  in dünner Wand verglichen werden, durch welche das Luftquantum  $q$  zieht, wenn der Unterschied des Überdruckes auf beiden Seiten der Öffnung  $= H$  mm Wassersäule ist.

Aus der für den Ausfluß aus dünner Wand geltenden Formel  $q = a \cdot K \cdot \sqrt{2gH}$ , in welcher  $K$  den Zusammenziehungs- und Reibungskoeffizienten des durchgehenden Luftstrahles  $= 0,59$ ,  $g = 9,808$  die Beschleunigung der Schwere bedeutet, ergibt sich  $a = \frac{q}{K \cdot \sqrt{2gH}}$  in Quadratmetern.

Es ist demnach  $a = \frac{0,38}{\sqrt{H}} q$  die gleichwertige Öffnung einer Grube.

$H$  ist in diesem Falle die volle Depression, welche ebenso, wie die durch ziehende Wettermenge  $q$  an der Mündung des ausziehenden Schachtes gemessen ist. Wird der Inhalt dieser Öffnung durch eine Zahl

1) Robert Wabner a. a. O. S. 99.

2) D. Murgue in Bull. de la soc. de l'ind. min. 2. sér., t. IV, S. 760. — Über Grubenventilatoren von Daniel Murgue, mit einigen Zusätzen deutsch bearbeitet von Julius Ritter von Hauer. Leipzig 1884. — Fehlerquellen bei Bestimmung von Grubenweiten. Berg- u. H.-Zeitg. 1900, Nr. 15.

ausgedrückt, so kennzeichnet dieselbe die allgemeinen Bedingungen, welche die betreffende Grube für den Wetterumlauf darbietet, und ermöglicht dadurch einen sehr einfachen Vergleich mit andern Gruben.

Je nachdem  $a$  gleich, kleiner oder größer ist, als rund 1 qm, kann man mittlere, enge und weite Gruben unterscheiden, wobei indes zu bemerken ist, daß man je nach Gasreichtum und Wetterbedarf für weite Gruben gleichwertige Öffnungen von 3 bis 5 Quadratmeter fordern muß.

Überhaupt hat man in möglichst günstiger Ausführung der Faktoren in dem Werte  $\frac{f^3}{c l p}$  (Gl. 5) eine Kapitalanlage, welche durch billige Betriebskosten reichlich aufgewogen wird.

P. Petit, dessen Arbeiten auf dem Gebiete der Wetterführung als Fortsetzung und Ergänzung derjenigen von Daniel Murgue zu betrachten sind, ist der Ansicht, daß für gewisse Fälle die bisher für das Messen des Widerstandes der Luftbewegung benutzten Einheiten (Temperament von Guibal  $= \frac{q^2}{H}$ , der äquivalente Querschnitt von Murgue  $a = 0,38 \frac{q}{\sqrt{H}}$ , sowie das »Guibal« von Rateau als praktische Einheit des spezifischen Widerstandes  $R = \frac{H}{q^2}$ ) nicht bequem genug seien und führt eine neue Einheit ein.

Der Formel  $\frac{H}{q^2}$ , aus welcher alle diese Einheiten abgeleitet sind, kann man auch die allgemeinere Form

$$\frac{H}{q^2} = \alpha f(ps) L$$

geben, wenn  $p$  und  $s$  (Umfang und Querschnitt) als Variable angenommen werden. Setzt man  $L = 1$  und wird der Gleichung  $\alpha f(ps) = 1$  genügt, so ist auch  $\frac{H}{q^2} = 1$  und gilt für jeden anderen Wetterstrom:

$$\frac{H}{q^2} = \mu.$$

P. Petit schlägt nun vor, jene Leitung, welche der charakteristischen Eigenschaft  $\alpha f(ps) = 1$  genügt, zu Ehren des um die Wissenschaft der Ventilation so hoch verdienten französischen Ingenieurs Daniel Murgue »1 Murgue« zu nennen. Es ist demnach »1 Murgue« eine Leitung, welche auf der Länge 1 in der Zeit 1 das Luftvolum 1 unter dem Drucke 1 durchlaufen läßt; als Einheiten werden angenommen: Länge 1 m, Volum 1 cbm, Zeit 1 Sekunde, Druck 1/1000 mm Wassersäule.

Zwischen »Murgue« und dem »äquivalenten Querschnitt« besteht eine einfache Beziehung. Es ergibt sich:  $\mu = 144,4 \times \frac{1}{\alpha^2}$  ( $x$ -Länge des Wetter-

weges = 1) und  $\alpha = 11,989 \frac{1}{\sqrt{\mu}}$ , wenn  $\mu$  = Anzahl »Murgues« und  $\alpha$  = äquivalenter Querschnitt einer und derselben Leitung ist<sup>1)</sup>.

Der oben genannte Koeffizient  $\alpha$  ist je nach dem mehr oder weniger glatten Ausbau zu 0,0001029 und 0,0023880 (letzte Zahl aus einem Schachte ohne Ausbau) ermittelt.

**38. Manometrischer Wirkungsgrad und Kraftbedarf einer Wettermaschine.** — Der Begriff des manometrischen Wirkungsgrades ist gleichfalls von M. Murgue<sup>2)</sup> eingeführt.

Murgue führt aus, daß es für jede saugende Wettermaschine, gleichgültig von welcher Bauart, eine theoretische Depression (Maximaldepression) gibt, welche eine Wettermaschine von demselben Durchmesser und derselben Umdrehungszahl nur dann erreichen könnte, wenn sie durchaus vollkommen wäre. Diese theoretische Depression ist  $H = \frac{u^2}{g}$ , unter  $u$  die beobachtete Peripheriegeschwindigkeit gedacht. Die Depression  $h$ , welche eine bestimmte Wettermaschine in Wirklichkeit erreicht, wird immer nur ein Bruchteil  $KH$  der theoretischen sein, also

$$h = KH, \quad h = \frac{Ku^2}{g}, \quad \text{daraus:}$$

$$K = \frac{hg}{u^2},$$

und versteht M. Murgue unter diesem Ausdrucke den manometrischen Wirkungsgrad einer Wettermaschine, mittels dessen man nicht allein gleichartige, sondern auch ungleichartige Ventilatoren unter sich vergleichen kann. Die Formel hat auch praktischen Wert. Ist z. B. der mittlere manometrische Wirkungsgrad einer Wettermaschine durch Versuche festgestellt und zeigt sich bei weiteren Beobachtungen eine Verringerung desselben, so weiß man, daß irgend eine Beschädigung an der Wettermaschine, oder eine Störung in der Wetterführung vorliegen muß.

Die reine Ventilatorleistung ist, in Pferdestärken ausgedrückt:

$$N = \frac{Hq}{60 \times 75} \text{ HP.}$$

Darin ist  $H$  die gemessene Depression,  $q$  die Luftmenge in der Minute. Setzt man in diese Gleichung die in 36. für  $H$  und  $q$  angegebenen Zahlen: 175 mm (verzimmerte Strecke) und 1800 cbm, so ergibt sich als Kraftbedarf zur Bewegung dieser Wettermenge:

$$N = \frac{1800 \cdot 175}{60 \cdot 75} = 70 \text{ HP.}$$

1) Österr. Zeitschr. 1901, Nr. 1 u. 2.

2) Bull. de la soc. de l'ind. min. sér. 2, t. IX, S. 5. — Expl. et régl. des mines à grisou. III. Allemagne, S. 207.



Für Strecken ohne Ausbau ist  $N = 42$  und für ausgemauerte Strecken nur 14,8. Nimmt man außerdem noch größere Werte für den Querschnitt an, so vermindert sich die Depression und damit der Kraftbedarf ganz bedeutend. Endlich ergibt sich aus der Formel für das Temperament einer Grube (36.):  $x = \frac{q^2}{H}$  der Wert  $H = \frac{q^2}{x}$ .

Nach Gleichung (1) 36. ist aber  $N = \frac{Hq}{75}$ .

Durch Einsetzen des Wertes für  $H = \frac{q^2}{x}$  erhält man  $N = \frac{q^3}{75 \cdot x}$ . Ist für eine andere Grube  $N_1 = \frac{q_1^3}{75 \cdot x_1}$ , so ergibt sich  $\frac{N}{N_1} = \frac{q^3}{q_1^3} \cdot \frac{x_1}{x}$ . Sind hierbei die Werte für  $x$  und  $x_1$  (die Temperamente) gleich, so lautet die Gleichung  $\frac{N}{N_1} = \frac{q^3}{q_1^3}$ , woraus folgt, daß die Arbeiten proportional zu dem Kubus der Luftmengen stehen<sup>1)</sup>.

Die französische Wetterkommission kommt dabei zu dem Schlusse, daß man bei der Wahl einer Wettermaschine diejenigen Bedingungen prüfen müsse, welche sie für die Wetterversorgung erfüllen soll. Für die Bewegung großer Wettermengen, wie in England, würden demnach große Wettermaschinen mit geringer Geschwindigkeit, also Guibalsche zu wählen sein, während für die mittleren Anforderungen, wie sie der konzentrierten Wetterführung wegen häufig auf dem europäischen Festlande gestellt werden können, die kleinen, billigen Räder mit großer Geschwindigkeit vorteilhafte Verwendung finden.

**39. Druckmesser.** — Die Druckmesser oder Manometer werden in der Regel mit Wasser gefüllt. Der einfachste Apparat ist ein U-förmiges Glasrohr mit etwa 15 cm langen Schenkeln, von denen der eine mittels einer Messingröhre in den luftverdünnten Raum mündet, während der andere Schenkel dem normalen Luftdrucke ausgesetzt ist. Eine zwischen den Schenkeln angebrachte, verschiebbare Skala wird mit ihrem Nullpunkte in der Höhe des Wasserstandes an einem der Schenkel eingestellt, sodaß man den Abstand des Wasserstandes am andern Schenkel ablesen kann.

Um die Fehler der Ablesung, welche bei dem oft geringen Höhenunterschiede der Flüssigkeitsspiegel leicht begangen werden, zu verringern, hat Rateau ein Manometer erdacht, welches die Höhen vergrößert angibt, jedoch mittels entsprechend geteilter und bezeichneter Skala die richtigen Höhen unmittelbar ablesen läßt<sup>2)</sup>.

Da bei dem Schwanken des Wasserstandes das Ablesen an der Skala nicht genau ist, so benutzt man sehr häufig den von Ochwaldt angegebenen

1) Stens, Glückauf S. 417.

2) Österr. Zeitschr. 1893, Nr. 1.

Druckmesser (D. R. P. Nr. 4510). Derselbe besteht aus den genau gleich weit gebohrten Röhren *A* und *B*, Fig. 656 und 655, welche unterhalb der Scheidewand in Verbindung stehen. Die Wasserfüllung geschieht bei *H*, die Kontrolle des Wasserstandes durch den Wasserhahn *I*, die Verbindung mit dem luftverdünnten Raume mittels des Schlauchmundstückes *N*. In den Zylindern befinden sich die Schwimmer *D* und *E*, welche mit dem gleicharmigen Bogensegmente *F* und den Ketten *K* miteinander verbunden sind. Das Bogensegment *F* ist mit der horizontal gelegenen Achse *G* verbunden und diese überträgt an ihrem äußeren Ende die Auf- und Niederbewegung

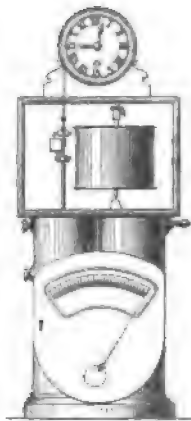


Fig. 655.



Fig. 656.

Ochswaltsche Druckmesser mit Wasserfüllung.

des Schwimmers auf einen Zeiger, der an einer in einem Blechkasten angebrachten Skala den jedesmaligen Druck in mm Wassersäule angibt.

Soll die Depression graphisch dargestellt werden, so ist auf den Schwimmer *D* eine Stange *S* gesetzt. Eine an derselben angebrachte Schreibvorrichtung drückt gegen eine Trommel *L*, welche von einer gewöhnlichen Stundenuhr so gedreht wird, daß sie alle 24 Stunden eine volle Umdrehung macht. Auf der Trommel ist ein Papierstreifen befestigt, welcher in seiner senkrechten Einteilung die Stunden, in seiner wagerechten den Wassersäulendruck von 0 bis 150 mm anzeigt.

Bei dem Druckmesser von Guibal sind zwei weite Glasröhren vorhanden, die mit metallenen Deckeln und Ansatzröhren versehen und unten durch ein enges Rohr verbunden sind. In diesem befindet sich ein Hahn, welcher beliebig geöffnet und geschlossen werden kann. Das linke Rohr ist oben offen und mit der atmosphärischen Luft, das andere durch ein Kautschukrohr mit dem Raume in Verbindung, dessen Überdruck gemessen werden soll. Zwischen beiden vertikalen Glasröhren ist ein senkrecht verschiebbarer Maßstab angebracht. Durch Stellen des eben

erwähnten Hahnes lassen sich die zu schnellen Schwankungen des Wassers in den Glasröhren verhindern.



Masstab 1 : 4.

Fig. 657.  
Luftverdünnungsmesser von Maess.

Bei dem Luftverdünnungsmesser mit schwimmender Skala von W. Maess in Dortmund enthält das im Querschnitt ovale Gefäß *a*, Fig. 657, Wasser, in welchem die Skala *b* schwimmt. Oben ist dieses Gefäß *a* durch ein Rohr *e* mit dem Raume verbunden, dessen Luftverdünnung gemessen werden soll. Unten steht es mit dem engen Rohre *c* in Verbindung, in welchem der Wasserspiegel nach Maßgabe der Luftverdünnung über dem Wasserspiegel des weiten Gefäßes *a* sinkt. Das ganze Instrument ist auf einem Brettchen *d* befestigt, mit welchem es aufgehangen werden kann. (Preis 24 M.)

Wenn man mit Glasrohrdruckmessern größere Genauigkeit erzielen will, wendet man sog. Vervielfältigungsdruckmesser an, bei welchen die beiden parallelen Schenkel des Glasrohres schräg liegen. Bei einer Neigung von 1:5 ist die schräg gemessene Länge fünfmal größer, als die senkrechte<sup>1)</sup>.

Bei den hydrostatischen Druckmessern, in Belgien »mouchards«, also »Wetterspitzel«, ge-

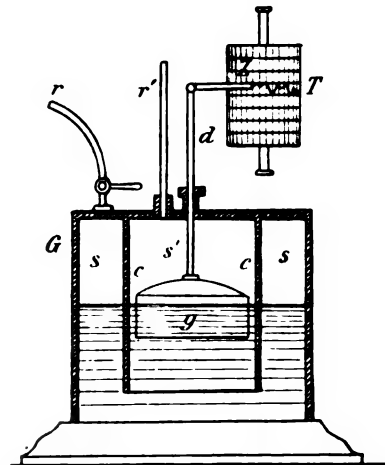


Fig. 658. Wetterspitzel.

nannt, wird über Tage eine stets sichtbare und auf Papier aufgezeichnete Darstellung der Höhe des Druckes im Wetterkanal zur Anschauung gebracht.

1) R. Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Leipzig 1901, S. 69, 70.

Ein ringsum und oben geschlossenes Gefäß  $G$  (Fig. 658) ist zum Teil mit Wasser gefüllt, in welchem eine unten offene Glocke  $g$  schwimmt. Durch ein Rohr  $r$  hängt der mit Luft erfüllte Raum über dem Wasser mit dem Wetterkanal der Grube zusammen, sodaß der dort herrschende Luftdruck sich auch in dem Gefäße geltend macht. Die Glocke  $g$  wird von einem ziemlich dicht anschließenden, gleichfalls nach unten offenen Zylinder  $c$  umschlossen. Sowie sich der Luftdruck in dem Raume  $s$  ändert, hebt und senkt sich auch dort der Wasserspiegel und damit die Glocke, da der Raum  $s'$  über derselben durch das Rohr  $r'$  mit der äußeren Luft verbunden ist, durch eine Stange  $d$  den Schreibstift  $Z$  hebt und senkt und dessen schreibendes Ende gegen eine mit Papier umwickelte Trommel  $T$  drückt. Diese wird durch ein Uhrwerk alle 24 Stunden einmal um ihre Achse gedreht und erhält man, da das Papier durch vertikale und horizontale Teilstriche eingeteilt ist, durch den schreibenden Stift  $Z$  eine genaue Darstellung nach Stunden und Minuten des im Wetterkanal herrschenden Luftdruckes<sup>1)</sup>.

---

## 5. Kapitel.

### Mittel zur Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges<sup>2)</sup>.

**40. Abschreiten mit einem offenen Lichte.** — Ein einfaches Mittel, die Geschwindigkeit des Wetterstromes in einer Strecke von annähernd gleichem Querschnitte zu ermitteln, besteht darin, daß man eine vorher abgemessene Länge von z. B. 100 m mit einem offenen Lichte in der Hand in der Richtung des Wetterstromes durchschreitet und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß die Flamme gerade steht. Die Zeit, in welcher diese Wegeslänge zurückgelegt wird, gibt zugleich diejenige an, welche die Wetter brauchen, um 100 m zu durchlaufen; der in einer Sekunde zurückgelegte Weg kann daraus leicht berechnet werden. Die Beobachtung muß, um einen einigermaßen richtigen Durchschnitt zu ergeben, mehrmals wiederholt werden, auch erfordert das Verfahren einige Übung.

**41. Anzünden von Pulver.** — Bei einer andern Methode läßt man an dem einen Ende einer abgemessenen Streckenlänge Pulver anzünden und beobachtet an dem andern Ende die Zeit, welche der Pulverdampf vom Augenblicke des Aufblitzens an gebraucht, um bis zu dem Beobachter zu gelangen.

---

1) Robert Wabner a. a. O. S. 239.

2) Recknagel, Über Luftwiderstand. Ann. d. Physik u. Chem. Bd. X, 1880, S. 677. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 30, S. 512.

42. **Wetterstationen.** — Die regelmäßig zu wiederholenden Wettermessungen werden an Stationen vorgenommen, welche bei bestimmtem Querschnitte 2 bis 10 m Länge haben und durch Bretterverkleidung hergestellt sind.

43. **Anemometer.** — Für genauere Messungen bedient man sich der Anemometer, nämlich der Pendelanemometer [von Henaut<sup>1)</sup>, Dickinson<sup>2)</sup>], der Flügelanemometer [Combes<sup>3)</sup>, Biram<sup>4)</sup>, Casella Maess] und des Kugelanemometers von Robinson. Auch die Pitotröhre<sup>5)</sup> ist mit zu erwähnen.

1) Das Pendelanemometer von Dickinson (Fig. 659, 660) besteht aus Messing.

In einem äußeren Rahmen *a* hängt an gekörnten Zapfen *c* ein innerer Rahmen *b*, dessen Gewicht durch das Gegengewicht *f* ausgeglichen und

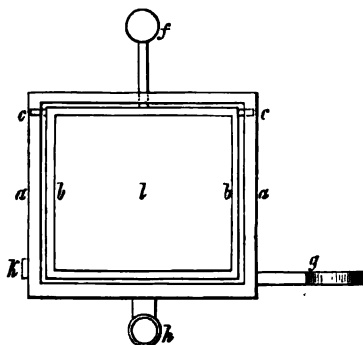


Fig. 659.

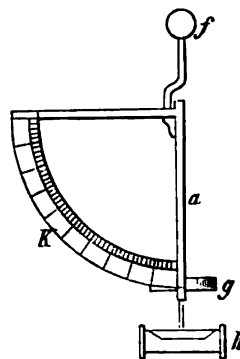


Fig. 660.

Pendelanemometer von Dickinson.

welcher mit gummiartigem Taft *l* überspannt ist. An der Handhabe *g* hält man den Apparat, *h* ist eine Libelle und *K* ein Quadrant, an welchem man den Ausschlag ablesen kann.

Mit dem Apparate von Dickinson wurden in den Kohlengruben von Mährisch-Ostrau täglich drei Beobachtungen an bestimmten Stellen gemacht und in ein dafür bestimmtes Buch eingetragen, um jede Abweichung in der Geschwindigkeit der Wetter schnell ermitteln zu können<sup>6)</sup>.

1) Ponson, *Traité de l'expl. des mines*. t. II, S. 57.

2) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 50.

3) Combes, *Traité de l'expl. des mines*. t. II, S. 565. — *Ann. d. mines*. 3. sér., t. XIII, S. 103.

4) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 6, S. 91; 1862, Bd. 10, S. 49; 1860, Bd. 8, S. 191.

5) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-W. 1870, S. 18.

6) Jicinski, *Katechism. der Grubenwetterführung*. 1901, S. 79.

2) Birams Anemometer<sup>1)</sup> ist ein Uhrwerk mit einem Zifferblatt, auf welchem sich bis zu 6 Zifferblätter mit den Zahlen X, C, M, XM, CM, MM befinden. Durch ein Rad mit seidenen Flügeln wird eine Hauptachse bewegt, deren Drehung sich auf dem großen Zifferblatte auf einen Zehner angehenden Zeiger überträgt. Dieser rückt um eine Zahl vor, wenn die Flügelachse 10 Umdrehungen gemacht hat. In derselben Weise erfolgt die Bewegung des ganzen Uhrwerks, indem eine auf jeder Achse sitzende Schnecke ein Zahnradchen um einen Zahn fortbewegt, und den zugehörigen Zeiger um einen Teilstrich weiter rücken läßt, nachdem die vorhergehende Achse eine volle Umdrehung gemacht hat. Birams Anemometer wird kaum noch angewendet.

3) Casellas Anemometer<sup>2)</sup> hat acht Flügel aus Aluminiumblech, welche auf einer in Sapphirlagern ruhenden Gußstahlachse schief angebracht sind. Eine auf der Achse befestigte Schraube ohne Ende steht mit einem Uhrwerke in Verbindung, dessen Zeiger nicht die Zahl der Umdrehungen, sondern direkt die Geschwindigkeit des Luftstromes in Metern bezw. den Weg angibt, welchen die Wetter während der Beobachtungszeit zurückgelegt haben. Das Casellasche ist deshalb eines der bequemsten und beliebtesten Anemometer. Reduziert man den Weg auf eine Minute und addiert dazu eine Konstante, welche bei jedem Casella etwa 10 beträgt und den Einfluß der Trägheit, sowie der Reibung angibt, so hat man die wahre Geschwindigkeit, welche nur noch mit dem Querschnitte multipliziert zu werden braucht, um annähernd richtig das Luftquantum zu erhalten.

Bei vergleichenden Messungen mit verschiedenen Anemometern können aber die Resultate erheblich voneinander abweichen, obwohl Konstruktion und Abmessungen der Instrumente nur wenig verschieden sind. Es bedarf deshalb jedes Instrument einer Korrektur, welche zweckmäßig in bestimmten, nach der Häufigkeit zu bemessenden Zeiträumen durch Versuch zu ermitteln ist.

Bisher wurden die Korrekturzahlen von den Fabrikanten den neuen oder reparierten Grubenanemometern beigegeben. Neuerdings hat die Westfälische Berggewerkschaftskasse eine Anemometerprüfungsstation in Bochum eingerichtet<sup>3)</sup>.

4) Das Anemometer von H. Recke (D. R. P. Nr. 8460)<sup>4)</sup> ist eine erhebliche Verbesserung des früher vielfach gebrauchten Anemometers von Combes. Dasselbe besitzt acht Aluminiumflügel, welche in einer solchen Weise befestigt sind, daß ihnen durch Versuche der die größte Empfindlichkeit gewährleistende Stoßwinkel gegeben werden kann. Die Achsen des Zählwerkes und der Flügelradwelle laufen in Steinlagern, sind

1) Preuß. Zeitschr. 1873, Bd. 21, S. 37, 40; 1876, Bd. 24, S. 122.

2) Ebenda S. 160—167.

3) Glückauf. Essen 1902, Nr. 47.

4) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 165.

dadurch sehr gegen Abnutzung geschützt und ermöglichen einen leichten Gang. Außerdem hat das Reckesche Anemometer eine zweckmäßige Arretiervorrichtung, welche vor Irrtümern sichert. Der Apparat hat gegen-

über dem Casellaschen den Nachteil, daß sein Zählwerk nur 5000 Umgänge gestattet.

5) Das Anemometer von Maess in Dortmund verbindet mit dem Zählwerke ein Uhrwerk derart, daß das Instrument bei jeder Messung das genaue Resultat einer Minute angibt. Von den beiden auf dem Zifferblatte befindlichen Zeigern zeigt der große die Einer bis 100, der andere die Hunderter bis 1000 Meter.

Die Bewegung geschieht durch ein Aluminiumflügelrad, welches eine Achsenschraube dreht.

Beim Gebrauche wird zunächst das Uhrwerk aufgezogen, worauf dasselbe für 20 Messungen genügt, dann wird mit demselben Schlüssel der Zeiger auf den großen Nullpunkt eingestellt. Die Differenz zwischen dem Nullpunkte der Einteilung und dem großen Nullpunkte für die Einstellung des Zeigers er-

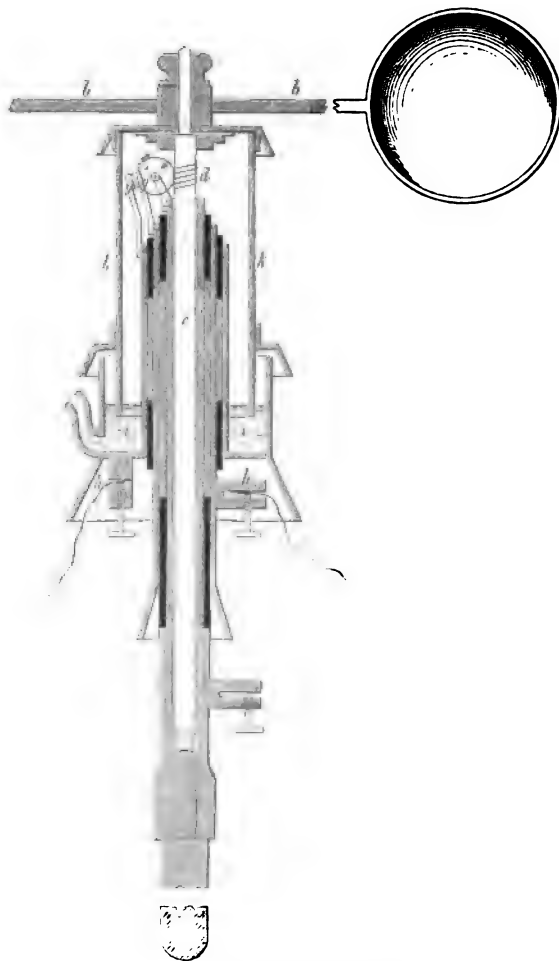


Fig. 661. Kugelanemometer.

setzt bei diesem Instrumente die Korrektionsziffer. Hierauf wird das Instrument ebenso aufgestellt wie die andern, dann wird der aus der Dose hervorstehende Hebel für einen Augenblick nach der Mitte ausgerückt, wodurch das Uhrwerk angeht. Nach Verlauf von etwa  $\frac{3}{4}$  Minute rückt das Uhrwerk das Zählwerk ein, womit die Messung beginnt, um nach genau einer Minute durch das Uhrwerk wieder unterbrochen zu

werden, worauf auch das Uhrwerk wieder stehen bleibt, während der Zeiger auf dem Zifferblatte nun ohne jede Rechnung die richtige Geschwindigkeit in Metern anzeigt.

6) Anemometer von Robinson. Zur beständigen Kontrolle des ein- und ausziehenden Wetterstromes empfiehlt man die Aufstellung stationärer Anemometer in der Hauptwetterstrecke. Dieselben sind mit einem Zählapparate über Tage verbunden und zeigen in jedem Augenblicke die Menge der ausziehenden Wetter an.

Bis vor kurzem konnte man indes kein Anemometer finden, dessen Teile nicht nach einiger Zeit abgenutzt waren, weil sie vor der Einwirkung der Grubenfeuchtigkeit und des schlammhaltigen sauren Wassers nicht geschützt werden konnten. Von Dr. Schondorff ist nun ein Robinsonsches Anemometer so umgeändert, daß es diese Fehler vermeidet<sup>1)</sup>. Die Einrichtung desselben ist folgende: Durch die Geschwindigkeit des an den hohlen Halbkugeln *a* (Fig. 661 und 662) angreifenden Wetterstromes werden die kreuzweis übereinander liegenden Arme *b*, sowie die senkrechte Achse *c* in rundlaufende Bewegung versetzt und die letztere durch eine Schnecke *d* auf ein Zahnradchen *e* übertragen, welches seinerseits durch das Stiftchen *f* bei jedem Umgange die Federn *g* einmal zusammenpreßt und dadurch einen elektrischen Strom schließt. Bei *h* und *h*, sind Klemmschrauben zur Befestigung der zum Zählwerke führenden elektrischen Leitung angebracht.

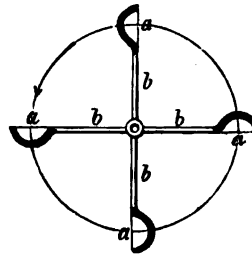


Fig. 662. Kugelanemometer.

Um zu verhüten, daß Grubenschmutz an die Teile *d*, *e*, *f* und *g* kommt, hat Dr. Schondorff bei *i* ein Steinölbad angebracht, in welchem sich der mit der Drehachse *c* verbundene Glaszylinder *k* bewegt. Hierdurch ist der vollständige Abschluß der Grubenluft ohne eine erhebliche Vermehrung der Reibung herbeigeführt.

Ein mit einem Anemometer in der Grube in Verbindung stehender, im Amtszimmer des Werkdirigenten der Grube Heinitz bei Saarbrücken aufgestellter, von der Telegraphenbauanstalt M. Hipp zu Neuchâtel in der Schweiz hergestellter Anemograph verzeichnet die jeweilige Geschwindigkeit des Wetterstromes auf einem Papierstreifen<sup>2)</sup>.

7) Apparat zur Bestimmung der Windgeschwindigkeiten von Krell. Für feinere Messungen, wie sie u. a. bei Lüftungsanlagen, in Gebläseröhren, Leuchtgasrohrnetzen u. s. w. gebraucht werden, bedient man sich des von Krell angegebenen, von P. Fuchs beschriebenen<sup>3)</sup> und von der

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 255.

2) Ebenda 1888, Bd. 36, S. 241.

3) Preuß. Zeitschr. 1899, Bd. 47, S. 227 u. f. — R. Wabner a. a. O. S. 82.  
— Jicinski, Katechismus der Grubenwetterführung. 1901, S. 79.



Firma G. A. Schultze, Berlin, Schönebergerstrasse 4, gelieferten Pneumanometers. Dieser Apparat ist gegenüber dem Anemometer, dem einzigen Instrument, mit welchem bisher die Geschwindigkeit bewegter Luft gemessen werden konnte, in vieler Beziehung im Vorteil. Das Pneumanometer mit kompensierter Gleitskala zeigt immer direkt die eben herrschende Geschwindigkeit an, das Anemometer liefert dagegen stets etwas zu hohe Werte. Ein weiterer Vorzug des Pneumanometers ist der, daß die Stauscheibe in Röhren von geringer Weite verwendet werden kann, in welchen Messungen mit dem Manometer nicht mehr auszuführen sind.

## 6. Kapitel.

### Natürliche Wettererzeugung.

**44. Entstehung und Umsetzen des natürlichen Wetterzuges.** — Zur Versorgung der Grubenbaue mit frischen Wetter auf natürliche Weise müssen Eintritts- und Austrittsöffnungen in verschiedenem Horizonte liegen. Durch den Temperaturunterschied über und unter Tage wird die für die Bewegung der Wetter nötige Störung des Gleichgewichtes herbeigeführt.

Während die Temperatur der Tagesluft wechselt, bleibt diejenige der Grubenluft schon bei 20 m Tiefe unverändert, ist also z. B. im Winter

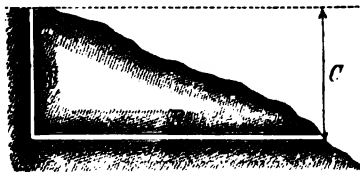


Fig. 663.  
Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

wärmer und leichter, im Sommer kälter und schwerer, als die Tagesluft. Es wird also im Winter die über dem Stollenmundloche stehende Luftsäule *C* (Fig. 663) schwerer sein, als diejenige im Schachte *A*, die Wetter werden folglich im Stollen *B* ein- und im Schachte *A* ausziehen; im Sommer ist es umgekehrt. Während der Aus-

gleichung der Temperatur im Frühjahr und Herbst erfolgt das Umsetzen, vor demselben tritt aber ein Stillstand des Wetterstromes ein.

Stehen zwei Schächte, deren Hängebänke nicht in gleichem Horizonte liegen, miteinander in Verbindung, so wird dasselbe Verhältnis stattfinden, nur wird die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Wetterstrom bewegt, entsprechend dem geringeren Unterschiede in den Gewichten der korrespondierenden Luftsäulen, eine kleinere sein.

**45. Beständiger natürlicher Wetterzug.** — Sind die Unterschiede im letzteren Falle gering, die Teufen der Schächte aber groß, so findet ein Umsetzen des Wetterstromes in den verschiedenen Jahreszeiten nicht statt.

Man hat es deshalb unter solchen Umständen in der Hand, einen neuen Schacht zum Ein- oder Ausziehen zu bringen, je nachdem man denselben im Sommer oder im Winter mit vorhandenen Schächten oder Stollen zum Durchschlage bringt. Auch bei einem Schachte ohne Verbindung mit andern Schächten oder mit einem Stollen findet ein, wenn auch schwacher Wetterwechsel statt, indem die Wetter an den feuchten und deshalb kälteren Stößen einfallen und in der Mitte des Schachtes ausziehen.

## 7. Kapitel.

### Künstliche Wettererzeugung<sup>1)</sup>.

46. **Aufstellung der Wettermaschinen über oder unter Tage<sup>2)</sup>.** — Bei der künstlichen Wettererzeugung wird die Verdünnung des ausziehenden Wetterstromes durch Erwärmung oder durch Ansaugen desselben, die Verdichtung dagegen durch Abkühlung der einziehenden Wetter oder durch Einblasen derselben erreicht.

Während bisher die Bewetterung ganzer Grubengebäude ausschließlich durch Verdünnung des ausziehenden Wetterstromes, also saugend, und nur die Bewetterung einzelner Betriebspunkte blasend bewirkt wurde, ist von B. Otto für Schlagwettergruben auch die blasende Bewetterung in Vorschlag gebracht<sup>3)</sup>, nachdem dieselbe vom Bergdirektor Richter im Alexanderschachte zu Planitz bei Zwickau<sup>4)</sup> tatsächlich eingerichtet war. Von den Gründen<sup>5)</sup>, welche bisher die ausschließliche Verwendung der saugenden Bewetterung veranlaßten, sind allerdings einige nicht mehr so stichhaltig, wie früher. Der gegen die blasende Bewetterung (Pulsionsmethode) in erster Linie gemachte Einwand, daß man bei Anwendung derselben die Hängebank des einfallenden Schachtes mit einem wasserdichten Abschluß (Briartscher Verschuß, Luftschleuse u. s. w.) versehen müsse, um während der Förderung und Fahrung keine Wetterverluste zu haben, ist in Planitz dadurch beseitigt, daß man die Wettermaschine auf der tiefsten Sohle des einfallenden Schachtes aufgestellt hat, sodaß sie die Wetter in den an der Hängebank offenen Förderschacht hereinzieht und durch einen besonderen Kanal in die Grubenbaue bläst.

1) Th. Guibal, Cours de ventilation des mines. Herausgegeben von einer Kommission im Jahre 1894. — Wabner in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1897, S. 112, 169, 209.

2) Glückauf. Essen 1899, S. 541.

3) B. Otto, Schlagwetter und kein Ende der Forschung. Berlin 1886.

4) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 159.

5) Österr. Zeitschr. 1885, S. 217, 276, 314.

Im übrigen dürfte der der blasenden Bewetterung zugeschriebene Vorteil, daß durch dieselbe eine Verdichtung der Grubenwetter und somit eine Verminderung des Gasaustrittes aus alten Bauen und aus den Poren der Kohle eintreten werde, dahin einzuschränken sein, daß der Gasaustritt aus der Kohle nur zeitweilig erschwert werden kann und trotz der Luftverdichtung wieder stärker werden wird, sobald die allmählich wachsende Spannung der Gase den Gegendruck zu überwinden vermag. Die blasende Bewetterung wird also auf den Gasaustritt dieselbe Wirkung äußern, wie ein anhaltend hoher Barometerstand. (Vergl. 16.)

Auch auf dem Schachte III des der Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft gehörigen Bergreviers Vasas bei Fünfkirchen in Ungarn ist seit Februar 1889 ein unterirdisch aufgestellter blasender Guibal-Ventilator in Betrieb, welcher bei 60 Umgängen eine theoretische Leistung von 960 cbm Luft hat. Am Ende des Blasehalses ist eine Sicherheitstüre angebracht, welche bei Explosionen schlagender Wetter zuschlagen und somit den Ventilator gegen Zerstörung schützen soll<sup>1)</sup>. Sobald der äußere Druck nachläßt, öffnet sich die Türe wieder, sodaß die Wetterversorgung sofort wieder in Gang kommt und ein baldiges Einfahren von Rettungsmannschaften gestattet.

Die blasende Bewetterung wird besonders dann in Erwägung gezogen werden können, wenn man aus örtlichen Gründen (Mangel an Speisewasser, Oberflächenverhältnisse u. s. w.) am Wetterschachte eine saugende Bewetterung nicht anlegen kann. Eine unterirdische Aufstellung, sei es blasender oder saugender Wettermaschinen, kann in Betracht kommen, wenn man, was bei zunehmender Tiefe des Kohlenbergbaues immer häufiger der Fall sein wird, auch die Wetterschächte zur Förderung benutzt, denn diese müssen im Falle der oberirdischen Aufstellung auch bei saugender Bewetterung mit besonderen Verschlüssen an der Hängebank versehen werden.

Diese Rücksicht ist schon die Veranlassung gewesen, daß man mehrfach, u. a. auf den Zechen Rheinpreußen bei Homberg am Rhein, Shamrock bei Herne<sup>2)</sup> (s. 59) und Hansa bei Dortmund<sup>3)</sup> unterirdische saugende Wettermaschinen auf den Wetterstrecken und in der Nähe der ausziehenden Schächte aufstellte, was sich aber auf die Dauer nicht bewährt hat.

Auch dann ist die blasende Bewetterung der saugenden vorzuziehen, wenn der alte Mann durch Risse oder Spalten mit der Tagesoberfläche in Verbindung steht, denn in diesem Falle wird sich die höhere Kompression auch im alten Mann verteilen und das Ausziehen der Gase durch die Risse und Spalten veranlassen, während sie bei der saugenden Bewetterung in die Grubenbaue hineingezogen werden<sup>4)</sup>.

1) Österr. Zeitschr. 1881, S. 481.

2) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 234. — Glückauf. Essen 1886, Nr. 100.

3) Glückauf. Essen 1892, Nr. 81.

4) Preuß. Zeitschr. 1898, Bd. 46, S. 260.

Im allgemeinen zieht man die obertägige Aufstellung der Wettermaschinen vor, weil die untertägige teurer und schwieriger zu beaufsichtigen ist. Dampfmaschinen haben außerdem noch den Nachteil, daß durch Kondensation des Dampfes in den Rohrleitungen Kraftverluste entstehen, daß durch die feuchtwarmen Dämpfe das Holz im Schachte leidet und daß bei großen Anlagen die Beschaffung des für die Kondensation erforderlichen Kühlwassers schwierig ist. Dazu kommt, daß bei ausziehenden Schächten, wenn sie zur Förderung benutzt werden sollen, der durch untertägige Wettermaschinen zum Ausziehen gebrachte, mit Wasserdampf gesättigte Wetterstrom besonders im Winter lästige feuchte Schwaden bildet, welche die Förderleute an der Hängebank in ihrer Tätigkeit behindern.

Ein ferneres Bedenken bildet die Gefahr, daß untertägige Wettermaschinen durch Explosionen zerstört werden können.

Alle diese Schwierigkeiten werden durch den Bentropschen Schachtverschluß, der sowohl für blasende, als auch für saugende Bewetterung geeignet ist (vergl. S. 454) beseitigt.

Um bei einer unterirdischen Wettermaschine den Wärter zu ersparen, hat man auf der Grube Langenberg bei Aachen in einer elektrischen Signalleitung eine Schleife eingeschaltet, deren Draht zugleich eine mit einem Eisenkerne versehene Bobine umkreist. Letztere ist an dem Rahmen der Wettermaschine angebracht und zwar derart, daß ein an dem Schwungrad befestigter Stahlmagnet bei jeder Umdrehung in der Stahlspirale einen schwachen elektrischen Strom erzeugt. Es kann daher über Tage mit Hilfe eines Telephons jederzeit die Umdrehungsgeschwindigkeit der Wettermaschine beobachtet werden<sup>1)</sup>.

#### a. Verdünnung der ausziehenden Wetter durch Erwärmung.

**47. Das Kesseln.** — Die einfachste und bei kleinen Gruben oft angewendete Art der Lufterwärmung ist das sogenannte »Kesseln«. In einen Wetterschacht hängt man einen eisernen Feuerkorb ein, nachdem derselbe über Tage mit Holz- oder Kohlenfeuer versehen ist, läßt ihn bis auf die Sohle niedergehen und erhält dort das Feuer.

Wo schlagende Wetter auftreten, ist die Anwendung derartiger Feuerkörbe gefährlich und daher bergpolizeilich untersagt.

**48. Wetteröfen<sup>2)</sup>.** — In vollkommenerer Weise wird derselbe Zweck durch Wetteröfen oder Wetterroste erreicht, welche man über oder unter Tage anlegen kann.

Als Wetteröfen über Tage wirken auch die Schornsteine der Kesselhäuser, welche man wohl für die Zeit des Schachtabteufens oder für die

1) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 264.

2) Devillez, Ventilation des mines. Mons 1875, S. 103.

erste Zeit des Betriebes mit einem abgeschlossenen Schachttrum in Verbindung setzt, bis man eine endgültige Anlage, sei es einen Wetterofen, oder einen kräftigen Ventilator beschafft hat.

In dieser Weise hat man z. B. den Schornstein auf Schacht Kaiserstuhl bei Dortmund benutzt. Derselbe hatte bei 80 m Höhe an der Basis 4 m, an der Spitze 3,80 m Durchmesser und lieferte ein Wetterquantum von 11,310 cbm in einer Sekunde.

Die auf der Hängebank des ausziehenden Schachtes aufgestellten Wetteröfen über Tage sind selten in Gebrauch, sie haben eine weit geringere Leistung, weil durch sie die Luft im Wetterschachte nicht verdünnt wird, mithin der Dichtigkeitsunterschied ein weit geringerer ist, als bei den Wetteröfen unter Tage.

Bei den letzteren hat man zweierlei Arten zu unterscheiden, je nachdem die ausziehenden Wetter durch den Ofen selbst gehen, also gleichzeitig als Verbrennungsluft dienen, oder, falls schlagende Wetter zu berücksichtigen sind, erst oberhalb des Wetterofens durch einen besonderen Kanal in den Wetterschacht eintreten. Im letzteren Falle wird die Verbrennungsluft dem einziehenden Strome entnommen und dem Wetterofen durch einen besonderen Kanal oder Luttenstrang zugeführt. Das Abzweigen aus dem einfallenden Wetterstrom geschieht entweder durch besondere kleine Schächte (goyaux im nördlichen Frankreich), oder dadurch, daß man in einer der Strecken eine Wittertüre mit Schieber anbringt. In England benutzt man auch wohl einen Teilstrom der ausziehenden Wetter und zwar einen solchen, welcher keine mit schlagenden Wettern behafteten Abbaue durchzogen hat. Mitunter vermischt man einen solchen Teilstrom, wie in Eppleton, mit einem Teile frischer Wetter.

In Schlagwettergruben sollen Wetteröfen keine Anwendung mehr finden.

**49. Einrichtung der Wetteröfen<sup>1)</sup>.** — Im allgemeinen ist in Bezug auf die Einrichtung der Wetteröfen folgendes zu bemerken:

Über den gußeisernen Rosten<sup>2)</sup> befindet sich ein Gewölbe von feuerfesten Steinen und Lehm, welches am hinteren Ende mit einer Feuerbrücke abgeschlossen ist. Dieselbe hält nicht allein das Brennmaterial zusammen, sondern gibt auch der Verbrennungsluft eine aufsteigende Richtung und schließt weiter nach unten den Aschenfall ab, sodaß die Verbrennungsluft, wie bei den Dampfkesseln, durch den Rost ziehen muß. Von der Feuerbrücke aus geht ein ansteigender Kanal in den Wetterschacht. Die Länge des Kanales, bezw. die Entfernung zwischen Ofen und Wetterschacht, ist gering; wenn keine schlagenden Wetter auftreten, muß aber, wenn letzteres der Fall ist, bis zu 20 bis 30 m ausgedehnt werden, damit keine

1) Expl. et réglementation des mines à grisou. III. Allemagne. Paris 1881. S. 197, 202.

2) R. Wabner, Über die Bestimmung der Rostgröße bei den Wetteröfen der Bergwerke. Zeitschr. d. Oberschl. B.- u. H.-Ver. Bd. 26 (1887), S. 437.

Feuerfunken oder brennende Gase in den Wetterschacht gelangen, welche bei der Vereinigung mit den weiter oben eintretenden schlagenden Wettern eine Explosion herbeiführen könnten.

Eine besondere Rücksicht ist bei der Anlage der Wetteröfen darauf zu nehmen, daß keine Feuersgefahr entstehen kann, besonders wenn Flötze in der Nähe sind. Deshalb ist zunächst die Sohle des Aschenfalles mit einer Schicht Lehm und einer Rollschicht von Ziegeln zu versehen.

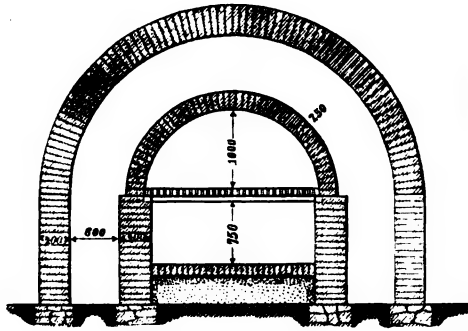


Fig. 664. Wetterofen.

Außerdem darf der eigentliche Ofen nicht mit dem umgebenden Gesteine in direkte Berührung kommen, sondern muß von einem zweiten Mauerwerke aus gewöhnlichen Ziegeln umgeben sein, sodaß zwischen diesem und dem Ofen eine isolierende Luftschicht von 0,6 m bleibt. Fig. 664 gibt das Bild eines solchen Ofens im Querschnitte, die eingeschriebenen Maße sind als Minimalwerte zu betrachten, falls man nicht mehrere kleinere Öfen zusammenlegt, welche entweder gemeinschaftlich oder so benutzt werden, daß der eine dem andern als Reserve dient. Die Länge des Rostes beträgt in dem vorgeführten Beispiele 2 m. Übrigens werden Wetteröfen selten mehr angewendet, in Schlagwettergruben kommen sie auf dem Kontinent wohl kaum noch vor.

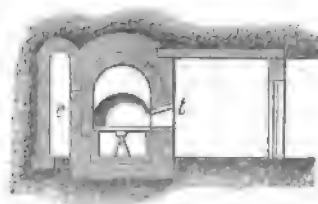


Fig. 665.

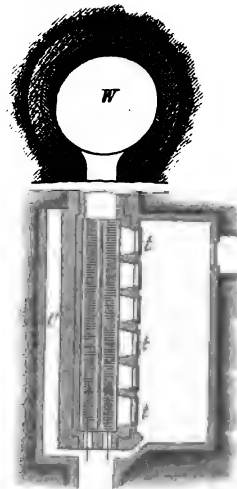


Fig. 666. Wetterofen auf Grube Heinitz.

**50. Wetterofen auf Grube Heinitz.** — Als Beispiel möge ein früherer Wetterofen auf Grube Heinitz bei Saarbrücken<sup>1)</sup> erwähnt werden (Fig. 665 und 666). Derselbe wurde mit frischer Luft gespeist und hat eine Rostfläche von  $7,330 \times 1,210 = 8,87$  qm. Auf der einen langen Seite

1) Expl. et réglementation d. min. à grisou. III. Allemagne. Paris 1881, S. 197.

befinden sich sechs Türen *t* zur Heizung des Ofens, während dieser auf der andern Seite durch einen 0,30 m breiten Kanal *C* isoliert war. Der Ofen stand in 200 m Tiefe, der ausziehende Wetterstrom trat bei 100 m Tiefe in den Wetterschacht *W*, während 80 m unter diesem Punkte der Feuerkanal einmündete.

Hätte man den Wetterofen gleichfalls auf die Wettersohle (100 m) gesetzt, so mußte man ihn 20 bis 30 m vom Schachte entfernt anbringen und den Feuerkanal von dem ausziehenden Wetterstrome durch eine 0,40 m starke Scheidemauer aus Ziegeln trennen.



Fig. 667.  
Körtingscher Dampfstrahlventilator.

**51. Vermehrung der Wettermenge durch Temperaturerhöhung.** — Nach Burat<sup>1)</sup> erreicht man bei einer Erhitzung der Luft im Wetterschachte um 15 bis 20° leicht eine Depression von 20 bis 30 mm. Eine höhere Temperatur, besonders über 45° hinaus, würde nicht zweckmäßig sein. Um z. B. von 50° auf 60° zu erwärmen, braucht man 40% Brennmaterial mehr und würde doch nur eine Vermehrung des Wetterquantums um 10% erzielen.

**52. Erwärmung durch Wasserdampf.** — Anstatt durch Kesseln oder Wetteröfen können die Wetter auch durch Einblasen von Wasserdampf erwärmt werden.

Der Dampf wird entweder vom Tage her eingeführt und tritt in der Tiefe frei aus<sup>2)</sup>, oder er wird durch unterirdische Maschinen und Kessel geliefert, was nach vielfachen Versuchen, die man in England angestellt hat, von größerem Vorteile ist<sup>3)</sup>. Allerdings ist gleichzeitig festgestellt, daß der Dampf dabei ökonomisch nicht sehr vorteilhaft verwertet wird, auch greift er Zimmerung und Eisenausbau an. Gleichwohl kann man sich dieses Bewetterungsmittels für vorübergehende Zwecke, etwa als Reserve für vorhandene Wettermaschinen wie auf Mariagrube bei Höngen<sup>4)</sup>, und wenn schnelle Hilfe ohne große Anlagekosten geschafft werden soll, mit Vorteil bedienen.

1) Burat, Cours d'expl. des mines S. 236, 237.

2) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 114.

3) Serlo, Bergbaukunde 1884. II. S. 360.

4) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 384.

**53. Körtings Dampfstrahlventilatoren.** — Dasselbe gilt von den Körtingschen Dampfstrahlventilatoren<sup>1)</sup>. Der Dampf tritt von unten durch das Dampfrohr *A*, siehe Fig. 667, zunächst in eine enge Düse, aus dieser in die nächst höhere und weitere, aus der zweiten in eine dritte, und so nacheinander in sechs Düsen, von denen jede folgende weiter ist, als die vorhergehende. Aus der letzten Düse gelangt der Dampf durch ein nach oben sich erweiterndes Rohr ins Freie. Dabei saugt der Dampf durch die Zwischenräume der Düsen Luft ein und führt sie mit sich fort, ähnlich wie der Wasserstrahl in den durchlöcherten Einfallröhren einer Wassertrommel (s. d.). Der Dampfzufluß wird mit dem Handgriffe *B* geregelt.

Die sechs Düsen sind in einem mit dem Wetterschachte verbundenen Mauerwerke eingeschlossen, sodaß die Luft nur aus der Grube angesaugt werden kann. Auf dem Mauerwerke ist der Schornstein mittels einer Gußeisenplatte verlagert. Körtingsche Dampfstrahlventilatoren sind als vorläufige Hilfe bis zur Fertigstellung einer vollkommenen Ventilatorenanlage vielfach angewendet und haben 600 bis 700 cbm Luft in der Minute geliefert<sup>2)</sup>.

b. Verdünnung des ausziehenden Stromes durch saugende Wettermaschinen<sup>3)</sup>.

**54. Einteilung der Wettermaschinen.** — Nach von Hauer lassen sich die Wettermaschinen zunächst in zwei Hauptklassen einteilen, nämlich in Volum- und Depressionsmaschinen.

Die Volummaschinen, als deren Typus die Kolbenmaschine (Gebläsemaschine der Hütten) betrachtet werden kann, schieben in bestimmter Zeit eine den Maßen der Maschine und der Geschwindigkeit der Kolben entsprechende Menge Luft fort. Dabei stellt sich von selbst diejenige Depression an der Saugöffnung der Wettermaschine ein, welche zur Bewegung dieser Luftmenge durch die Grube notwendig ist.

Diese Kolbenmaschinen sind gewöhnliche (Zylindergebläse), rundlaufende (Weterräder von Fabry, Root, Evrard u. s. w.), oder solche mit Wasserladerung (Harzer Wettersatz, Glockenmaschinen).

Einzelne dieser Kolbenmaschinen sind bei der Sonderbewetterung erwähnt. Im allgemeinen haben sie für die Wetterversorgung der Gruben weniger Bedeutung, als die Depressionsmaschinen, welche in Schleuderräder (Zentrifugalventilatoren), Schraubenräder und Strahlgebläse

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Berlin 1875, Bd. 19, S. 662. — Dinglers polyt. Journal Bd. 218, S. 287. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875, S. 385. — A. Devillez, Ventilation des mines. Mons 1875, S. 474.

2) v. Hauer, Die Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 173.

3) Hauptbericht der Preuß. Schlagwetterkommission von A. Haßlacher, Bd. V, Berlin 1887. — G. Herbst, Zur Theorie der Grubenventilation. Glückauf. Essen 1894, S. 933.



zerfallen. Ihre Vorzüge als Wettermaschinen bestehen darin, daß sie eine einfache Bauart, und keine Ventile oder andere der Abnutzung ausgesetzte Teile besitzen, und deshalb eine große Sicherheit gegen Störungen und Leistungsverluste bieten.

Im allgemeinen empfiehlt man für weite Gruben (36. 37) mit großen Luftmengen und geringer Depression große, dagegen für enge Gruben kleine, rasch laufende Wettermaschinen.

**55. Allgemeines über Depressionsmaschinen.** — Die Schleuderräder bestehen aus einem Gehäuse mit zentraler Saugöffnung und tangentialer Ausströmung, in welchem sich ein Rad mit ebenen oder gekrümmten Flügeln befindet. Beim Umdrehen des Flügelrades wird die zwischen den Flügeln befindliche Luft durch die Zentrifugalkraft nach der Peripherie getrieben und somit an der Radachse ein luftverdünnter Raum erzeugt. Bei saugenden Schleuderrädern steht der letztere, bei blasenden die Peripherie des Gehäuses mit dem wetternötigen Orte in Verbindung. Die Achse des Flügelrades ist entweder horizontal oder senkrecht.

Die Schraubenräder haben — wie Windmühlen und Henschel-(Jonval-)Turbinen — Flügel oder Schaufeln, welche nach Teilen von Schraubenflächen gekrümmt sind, und bei ihrer Drehung die Luft in der Richtung der Welle fortbewegen.

Die Strahlgebläse endlich bewirken Verdünnung und Ansaugen der Luft dadurch, daß ein Strahl von Wasser, Dampf oder Preßluft die mit ihm in Berührung stehende Luft mit sich fortreißt. Auch die Strahlapparate dienen im wesentlichen für die Sonderventilation.

### I. Schleuderräder.

**56. Allgemeines über Schleuderräder<sup>1)</sup>.** — Für die Schleuderräder gelten außer dauerhafter Herstellung und richtiger Auswahl je nach der Weite der Gruben (vergl. 36. 37) folgende allgemeine Regeln:

1) Um die Reibung der Luft herabzumindern, soll die Geschwindigkeit in den Zu- und Abführungskanälen nicht zu groß und zwar im Zuführungs-kanal eines Guibalrades im Mittel 3 bis 6 m sein<sup>2)</sup>.

2) Plötzliche Querschnitts- und Richtungsveränderungen sind zu vermeiden. Die parallel der Achse zuströmende Luft soll dem Rade in radialer Richtung zugeführt werden, was man durch Einlaufkegel oder (Pelzer und Kley) schon vor dem Eintritte in das Rad durch schraubenförmige Schaufeln oder spiralig gewundenen festen Einlaufkanal erreicht.

Eine bei zweiseitiger Luftzuführung als gemeinschaftliche Basis beider Einlaufkegel angebrachte und bis in den Flügelraum ragende Scheide-

1) A. Devillez, *Ventilation des mines*. Mons 1875, S. 136 ff. — v. Hauer a. a. O. S. 56, 63. — R. Wabner in *Berg- u. Hüttenm. Zeitg.* 1889, S. 269 u. *Z. Oberschl. B.- u. H.-V.* Bd. 29 (1890), S. 17.

2) R. Wabner a. a. O. 1884, S. 310.

wand ist nicht vorteilhaft. Eine einzige Saugöffnung ist günstiger für die Leistung, als deren zwei von derselben Gesamtgröße<sup>1)</sup>.

3) Die Luft ist vor den Flügeln dichter, als hinter denselben, oder was dasselbe heißt, der Raum zwischen zwei Flügeln ist nicht mit Luft von gleicher Spannung ausgefüllt. Die dadurch veranlaßte Wirbelbildung muß beseitigt werden, was bei Guibal durch ein den Flügelraum eng umschließendes Gehäuse, bei mehreren andern Arten durch Verengung des Flügelraumes gegen außen erreicht werden soll, so bei Kley, Stevenson und Geißler.

4) Die Umfangsgeschwindigkeit soll möglichst klein sein, damit Umlaufszahl oder Durchmesser nicht zu groß ausfallen. Mittel dazu sind vorwärts gekrümmte Flügel, wie solche bei den Schleuderrädern von Ser, Winter und Kley vorkommen.

5) Die absolute Geschwindigkeit, mit welcher die Luft von einem saugenden Rade ausgeschleudert wird, ist möglichst zu ermäßigen, darf aber nach R. Wabner<sup>2)</sup> nicht weniger als 2 bis 3 m betragen, um den Widerstand der Luft überwinden zu können. Die Geschwindigkeit der ausgeschleuderten Luft wird durch rückwärts geneigte Flügel gemindert, dadurch aber gleichzeitig die Umfangsgeschwindigkeit erhöht. Aus diesem Grunde ist eine Flügelbauart wie bei Combes und von neueren Schleuderrädern namentlich bei Capell, nur bei geringer Depression am Platze.

Ferner dient hierzu ein das Flügelrad umschließendes Gehäuse mit erweitertem Schlot, wie beim Guibalrade, zuweilen ist schon der durch eine Spirale begrenzte Auslaufraum in radialer Richtung erweitert, wie bei dem Geißlerrade. Rittinger benutzt dazu einen Diffusor, d. h. entweder einen ringförmigen Auslaufraum, welcher sich mit dem Flügelrade dreht, oder zwei feste Wände, in welchem sich kreisrunde Ausschnitte für die Seitenscheiben des Schleuderrades befinden. Bei Kleys neueren Schleuderrädern ist das Rad konzentrisch von einem gegen außen erweiterten Raume und dieser erst von der eigentlichen Auslaufspirale umgeben, welche konstante Breite besitzt und in den erweiterten Schlot übergeht. Harzé endlich umgibt das Flügelrad mit einem Auslaufraume, welcher Leitkurven enthält. Durch dieselben wird die Richtung der austretenden Luft mehr der radialen genähert und somit die Geschwindigkeit noch mehr herabgesetzt.

Ein spiralig begrenzter Auslaufraum, an den sich ein Schlot mit konstantem Querschnitte anschließt, vermindert die Austrittsgeschwindigkeit nicht und kann nur etwa dadurch nützlich wirken, daß er die Wirbelbildung hinter den Flügeln vermindert.

6) Das Rad soll zur Vermeidung von Rückströmungen an den Gehäusewänden dicht abschließen.

1) Ochwaldt in Preuß. Zeitschr. 1888, Bd. 36, S. 278.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1889, S. 311.

**57. Kraftübertragung.** — Im allgemeinen hält man diejenigen Schleuderräder für die betriebs sichersten, welche wegen langsamen Umlaufs von der Kraftmaschine direkt bewegt werden können, wie das Guibalrad.

Für schnell laufende Räder ist Übertragung erforderlich, welche aber nicht durch Zahnräder, sondern durch Riemen oder Hanfseile zu bewirken ist. Gegen die letzteren wendet man ein, daß die Spannung allmählich ungleich wird und daß die stärker gespannten Seile reißen können.

Liegen die Wetterräder weit ab von den Kraftmaschinen, dann ist elektrische Übertragung am Platze. Ein Beispiel dieser Art liefert die Zeche Bonifacius bei Kray.

**58. Rittingerrad.** — Die Flügel dieses, nicht mehr häufig angewendeten Schleuderrades (Fig. 668 und 669) sind so gestellt, daß sie zwischen zwei

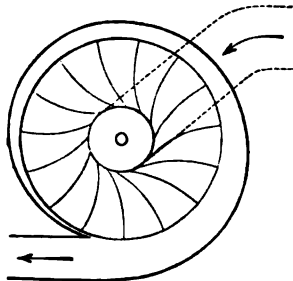


Fig. 668.  
Rittingers Wettertrommel.

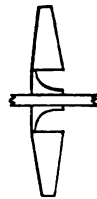


Fig. 669.

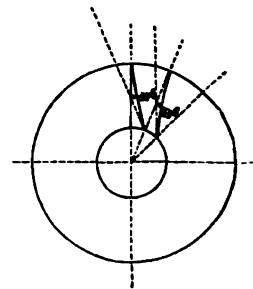


Fig. 670.  
Schanfelstellung in Rittingers Wettertrommel.

Radien liegen, welche man durch das innere und äußere Flügelrad zieht und daß der Winkel zwischen einer an das innere Flügelende gelegten Tangente und dem zugehörigen Radius  $47^\circ$  beträgt (Fig. 670). Eine in der Ostrauer Gegend mehrfach verwendete Bauart<sup>1)</sup> hat ein Flügelrad von 4 m Durchmesser, wobei zur Erzielung der gewünschten Depression von 80 mm Wasser eine theoretische Umlaufzahl von 120 genügt. Die Luftmenge beträgt 12 cbm in der Sekunde. Der mechanische Wirkungsgrad ist gering, was nach von Hauer<sup>2)</sup> teilweise darin liegt, daß die Luft verhältnismäßig enge Kanäle mit großer Geschwindigkeit zu durchlaufen hat.

**59. Geißlerrad.** — Das Geißlerrad, welches in den Fig. 671 und 672 dargestellt ist, zeigt die Einrichtung für die frühere unterirdische Aufstellung auf Zeche Shamrock<sup>3)</sup>. Das Flügelrad B besteht aus einer ebenen Blezscheibe, an welche die innen zurückgeneigten, an den Enden radialen

1) v. Hauer, Die Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 65, Fig. 5 u. 6.

2) a. a. O. S. 66.

3) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 236.

Flügel mit der einen Seite angenietet sind. Auf der andern Seite sind die nach außen hin schmaler werdenden Flügel an einer ringförmigen Blechscheibe befestigt. Ein auch hier angebrachter, an der vollen Blechscheibe angenieteter Einlaufkegel bewirkt das stoßfreie Eintreten des Luftstromes und dient zur Versteifung der Blechscheibe.

Am äußeren Umfange dieser Blechscheibe, sowie am inneren Umfange der kegelförmigen Schaufelbedeckung sind eiserne Ringe angenietet, deren abgedrehte Flächen dicht in zwei entsprechenden, dem Mauergehäuse eingefügten Gußringen *r* und *s* laufen. *A* ist der Saugkanal, *C* der doppelte Lagerbock, *D* eine Rillenscheibe für eine Transmission mit vier 50 mm starken

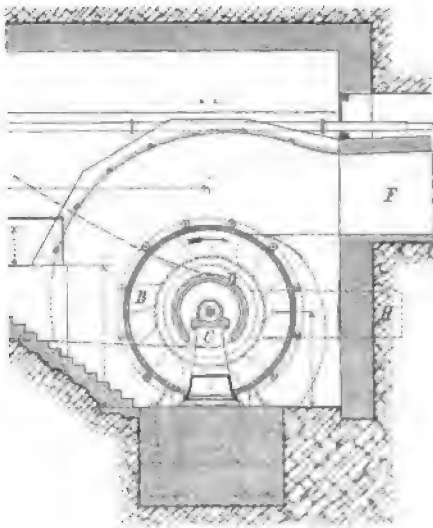


Fig. 671.

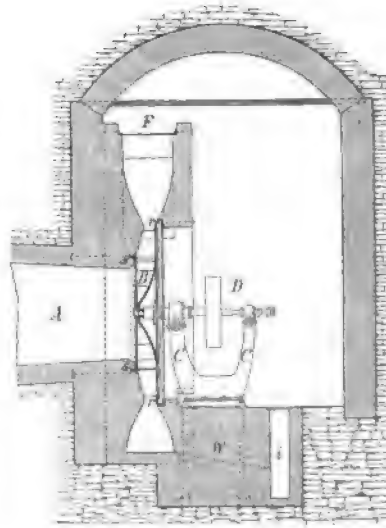


Fig. 672.

Geißlerrad.

Hanfseilen, *F* der Ausblasehals. Das Rad hat 3,5 m Durchmesser und wird von einer Maschine mit 175 Pferdekraften betrieben. Die Röhren sowohl für den frischen, als auch für den ausgeblasenen Dampf befinden sich in einem freien Segmente des ausziehenden Schachtes und befördern durch die Erwärmung des Schachtes die Wirkung des Rades.

Bei 105 bis 200 Umdrehungen ergaben sich Depressionen von 0,021 und 0,079 m Wasser. Das Rad ist für 50 cbm in der Sekunde bestimmt. Das Geißlerrad<sup>1)</sup> zeichnet sich durch sorgfältig hergestellten Ein- und Auslauf für die Luft aus. Der Wirbelbildung wirkt die Verengung des Flügelraumes gegen außen, sowie die große Zahl der Flügel entgegen.

1) v. Hauer a. a. O. S. 67, Taf. II, Fig. 17, 18, 21, 22.

Die Geschwindigkeit der Luft wird schon in dem spiralg begrenzten Auslaufräume durch Erweiterung desselben in radialer Richtung, dann noch durch einen Schlot ermäßigt.

Nach einer von Geißler angegebenen Tabelle<sup>1)</sup> sind für die untenstehenden Luftmengen  $M$  die beigesetzten Durchmesser  $D$  angenommen:

$M =$	10	15	20	25	30	cbm
$D =$	1,44	1,76	2,03	2,28	2,50	m

60. **Wagnerrad**<sup>2)</sup>. — Die Flügel dieses Rades sind, was nicht ganz der Theorie entspricht, auch am inneren Umfange fast radial gerichtet und zwar sind sie ein wenig nach rückwärts geneigt. Die Enden der Flügel sind zusammengezogen und mit zwei Blechscheiben verbunden. Jeder Flügel besteht aus zwei, an einer der runden Blechscheiben befestigten Hälften. An das Flügelrad schließt sich ein zweiseitiges Gehäuse derart an, daß die angesaugte Luft von zwei Seiten in das Flügelrad eintreten, von diesem aber nach allen Seiten in die freie Luft geschleudert werden kann.

Der letztere Umstand veranlaßt, daß die Luft mit großer Geschwindigkeit austritt, was Leistungsverluste im Gefolge hat, aber durch Anbringen eines sich spiralförmig erweiternden Auslaufraumes mit Schlot verbessert werden könnte.

Ein Wagnerrad von 2,1 m Durchmesser ist u. a. am Schachte Müllensiefen der Zeche Germania in Westfalen in Betrieb.

61. **Schielerad**. — Das von Schiele & Co. in Frankfurt a/M. gebaute Wetterrad ist dem vorigen in Bezug auf die Form und Stellung der Flügel ähnlich.

Etwa 12 Flügel von trapezoidaler Form, rückwärts geneigt und am Ende etwas umgebogen, bewegen sich in einem schneckenhausförmigen Gehäuse von Blech. Durchmesser: 1,60 bis 4,57 m, 150 bis 300 Umgänge in der Minute. Ein auf der Grube Gemeinschaft bei Morsbach aufgestelltes derartiges Schleuderrad hat sich in Bezug auf Kosten und Leistung sehr gut bewährt. Bei 649 cbm Luft in der Minute und einer Depression von 55 mm Wassersäule stellten sich der Kohlenverbrauch für die Stunde und Pferdekraft auf 2,18 kg und die gesamten Betriebskosten auf 3,13  $\mathcal{M}$ <sup>3)</sup>.

Ein auf der Zeche Rheinpreußen bei Homberg a. Rhein in der 246 m tiefen Wettersohle aufgestelltes Schielerad bläst die angesaugte Luft in aufwärts gerichtetem Strome in den Schacht I. Als Betriebskraft ist vorläufig eine neben der Wettermaschine aufgestellte Lokomobile benutzt. Die Wettermaschine, welche 585  $\mathcal{M}$  kostet, hat 1 m Flügeldurchmesser, 350 mm Flügelbreite, 500 mm Durchmesser der Ausblaseöffnung und kann 1500 Umdrehungen in der Minute machen. Bei 750 Umdrehungen treibt

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1885, Bd. 29, S. 224.

2) v. Hauer, Die Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 70.

3) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, S. 208.

sie eine Luftmenge von 280 cbm mit 1426 m Geschwindigkeit in der Minute (am Ausblasehalse) direkt in den Schacht. Durch diese große Geschwindigkeit entsteht im Schachte unterhalb des Wetterstromes eine starke Luftverdünnung, durch welche noch eine bedeutende weitere Luftmenge aus der mit dem Schachte durch eine besondere Strecke in Verbindung stehenden Hauptwetterstrecke ebenfalls zum Ausziehen gebracht wird. Die Lokomobile wird durch einen Teilstrom frischer Wetter gespeist. Da der ausziehende Schacht (I) 3,5 qm Querschnitt hat, so beträgt die Geschwindigkeit des Wetterstromes im Schachte  $\frac{750}{3,5} = 214,3$  m in der Minute.

**62. Schleuderräder von Waddle, Stevenson, Brunton und Colson<sup>1)</sup>.** — Diese Räder haben die Eigentümlichkeit, daß die Flügel zwischen gekrümmten Blechwänden eingeschlossen sind (Fig. 673 und 674), die Form

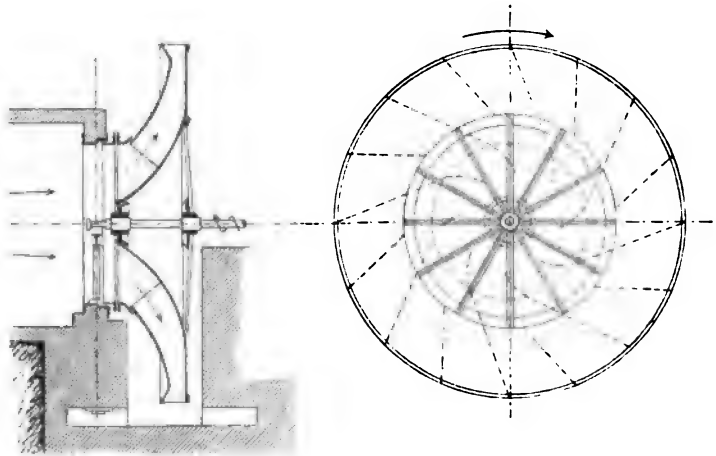


Fig. 673.

Fig. 674.

Schleuderrad von Waddle. 1:120.

derselben ist durch punktierte Linien angedeutet. Zur Verhütung von Wirbelbildung ist der Flügelraum nahe der Peripherie zuerst verengt, sodann aber zur Verminderung der Ausflußgeschwindigkeit erweitert.

In England, wo Waddleräder mehrfach in Gebrauch stehen, hat man Durchmesser von 7,6 m (Brownhills) bis 12, 13 ja 15 m.<sup>2)</sup> Auch hier hat der Mangel eines Auslaufraumes eine verhältnismäßig geringe Leistung zur Folge.

Die Schleuderräder von Stevens, Brunton und Colson sind dem

1) v. Hauer, Die Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 75, Fig. 44 u. 45.

2) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 178, — Bull. de la soc. de l'ind. min. 1884, Bd. 13, S. 750, 783. — v. Hauer a. a. O. S. 75.

Waddlerade ähnlich, aber zum Teil veraltet, zum andern Teile wenig leistungsfähig <sup>1)</sup>).

**63. Schleuderrad von Rateau.** — Der gleichfalls durch gekrümmte Wände gebildete Flügelraum *f* (Fig. 675 und 676) ist mit der inneren Wand einseitig auf der, durch Riementransmission oder direkt durch einen Elektromotor bewegten Welle befestigt. Die Flügel, am äußeren Ende unter  $45^{\circ}$  gegen den Horizont oder die Peripherie vorwärts geneigt, sind an der Einstromungsöffnung derart im Sinne der Drehung gebogen, daß die zuströmende Luft, wie durch die Schöpfpschaufeln des Pelzerschen Ventilators, ohne Stoß in Umdrehung versetzt wird. Aus dem Saugrohre tritt die Luft zunächst in einen engeren Teil *a* und von da durch den breiter werdenden Teil *b*, welcher als Auslaufraum dient, in den Schlot. Beide Teile *a* und *b* sind außen durch spiralförmige Wände begrenzt, infolgedessen deren radiale Weite längs des Umfanges zunimmt. Der auf Mauerwerk ruhende, nach oben erweiterte blecherne Schlot schließt sich

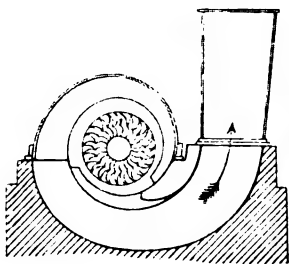


Fig. 675.

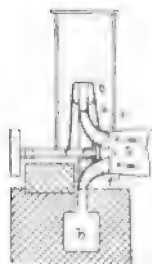


Fig. 676.

Schleuderrad von Rateau.

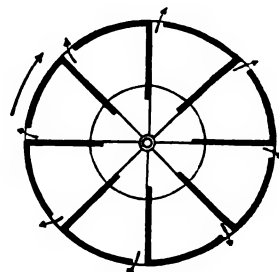


Fig. 677.

Schleuderrad von Lambert.

an den, in der oberen Hälfte aus Gußeisen bestehenden, in der unteren Hälfte gemauerten Auslaufraum an. Der Durchmesser des Flügelrades ist bis 4 m, die Breite am Umfange 0,32 m, Durchmesser der Luft-einstromungsöffnung 2,40 m, Flügelzahl 30, Seitenlänge der quadratischen Schlotmündung 1,95 m.<sup>2)</sup> Der manometrische Wirkungsgrad wird als der zweifache eines Guibalrades angegeben, er ist je nach der Größe der Räder 70 bis 90%. Das Maximum der Nutzleistung wird für die Räder verschiedener Größe erzielt, wenn der äquivalente Querschnitt der Grube gleich der Eintrittsöffnung des Rades ist.

Auf dem Gemanderschachte der Cons. Paulus-Hohenzollern-Steinkohlen-grube ist ein unterirdischer, blasend wirkender Ventilator, System Rateau,

1) v. Hauer a. a. O. S. 75.

2) Revue universelle des mines 1891, Bd. 15, S. 225. — Österr. Zeitschr. 1892, Nr. 27. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1882, S. 406, Taf. V, Fig. 6; 1893, S. 404. Taf. IV, Fig. 22–24.

in Betrieb genommen worden. Derselbe hat einen Flügeldurchmesser von 2,4 m und wird durch einen Drehstrommotor von 32 Pferdekraften, welcher die elektrische Energie durch eine besondere oberirdische Leitung von der etwa 2 km vom Schachte entfernt liegenden Zentrale erhält, betrieben. Er leistet bei 180 bis 190 Umdrehungen in der Minute etwa 1850 cbm und erzeugt hierbei einen Überdruck von etwa 60 mm. Diese günstige Wirkungsweise hat die Grubenverwaltung veranlaßt, zwei weitere Ventilatoren von gleicher Konstruktion in Bestellung zu geben. Die Wetterkanäle sind so angeordnet, daß durch eine einfache Vorrichtung die Stromrichtung in der kürzesten Zeit umgekehrt werden kann, was in vielen Fällen, z. B. bei Ausbruch eines Grubenbrandes, oder falls ein Förderschacht einzufrieren droht, von Wichtigkeit ist.

Auf der Gabrielenzeche in Karwin ist ein Rateauventilator eingebaut, der bei 126 m Depression eine Wettermenge von 66 cbm in der Sekunde liefert. Er ist mit elektrischem Antriebe versehen. Seine Betriebskraft erhält er von einer 2,5 km entfernten Zentrale.

Hierbei wird bemerkt, daß der elektrische Antrieb von Ventilatoren, welche weiter im Felde liegen, besondere Vorteile bietet, der Transport der Kohle fällt weg, die Anlage ist billiger und die Herstellung der Betriebskraft in großen Zentralen ist ökonomischer, als in kleinen isolierten Anlagen.

**64. Schleuderräder von Lambert und Aland.** — Von dem Lambert-Rade gibt es zwei Ausführungen. Bei der älteren befinden sich in einer Trommel aus Eisenblech von 6,6 m Durchmesser und 1,4 m Breite, welche auf der einen Seite ganz geschlossen, an der andern Seite beim Einlaufe mit einer Saugöffnung von 3 m Durchmesser und an der Peripherie mit acht schmalen Ausgangsöffnungen versehen ist, acht radiale Blechschaufeln (Fig. 677), welche diesen Öffnungen entsprechen, sodaß die an den Schaufeln entlang gleitende Luft jedesmal eine Spalte zum Austritte findet.

Dieses Schleuderrad ist zwar einfacher, als das Guibalsche, gibt aber unter sonst gleichen Umständen 20% weniger Effekt. Bei 65 mm Depression, 8 m Durchmesser, 1,50 m Breite und 100 Umdrehungen soll es mit einer 50pferdigen Maschine 1240 cbm Luft in der Minute liefern können.

Bei der neueren Ausführung<sup>1)</sup> ist statt der Querschlitzes ein einziger schmaler Spalt in der Mitte des Trommelumfanges angebracht und damit eine plötzliche Verengung des Flügelraumes herbeigeführt, welche nicht günstig auf die Leistungsfähigkeit einwirken kann.

Das Schleuderrad von Aland entspricht im wesentlichen der älteren Lambertschen Ausführung, nur sind die Flügel nicht radial, sondern an der Eintrittsstelle nach rückwärts geneigt.

---

1) v. Hauer a. a. O. S. 78.



65. **Schleuderräder von Harzé<sup>1)</sup> und Gendebien.** — Bei beiden Arten ist der Rittingersche Diffusor durch ein ringförmiges System von Leitschaufeln ersetzt, in denen die am ganzen Radumfang ausströmende Luft sich ausbreiten und ihre Geschwindigkeit verlangsamen muß. Besonders empfehlenswert erscheint diejenige Ausführung, bei welcher an der Peripherie des Flügelrades tangential, feststehende Verschläge als Leitschaufeln dienen. Auch wird dieses Rad sowohl mit wagerechter, als auch mit senkrechter Achse gebaut.

Auch das Schleuderrad von Gendebien<sup>2)</sup> ist von einem Leitapparate für die auströmende Luft umgeben.

Ein anderes Patent<sup>3)</sup> desselben Erfinders betrifft Räder, bei denen durch Stellbarkeit der Flügellängen und Größe der Saugöffnung eine Änderung der gelieferten Luftmenge erzielt werden soll.

66. **Schleuderrad von Guibal<sup>4)</sup>.** — Das Guibalrad unterscheidet sich dadurch von den übrigen Schleuderrädern, daß die Luft aus den Flügelzellen nicht ununterbrochen, sondern stoßweise austritt, sowie durch seine

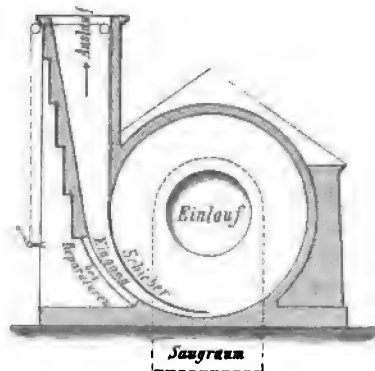


Fig. 678.  
Guibalrad.

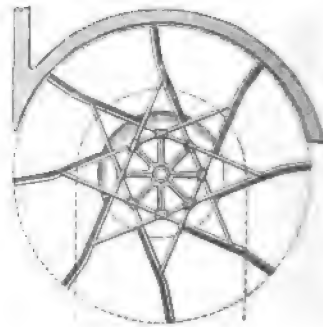


Fig. 679.  
Stellung im Guibalrade.

großen Abmessungen, welche die Bewegung durch eine Dampfmaschine ohne Umsetzung gestattet.

Das Guibalrad ist gewöhnlich zentrisch von einem gemauerten Gehäuse umgeben (Fig. 678), nur ausnahmsweise besteht dessen oberer Teil aus Eisenblech.

1) Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885, S. 408, Fig. 330, 331.

2) Dinglers polyt. Journ. 1885, Bd. 256, S. 147.

3) v. Hauer a. a. O. S. 86.

4) A. Devillez, Ventilation des mines. Mons 1875, S. 189—248. — R. Wabner in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1889, S. 281. — v. Hauer, Die Wettermaschinen S. 87. — R. Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Leipzig 1901, S. 159ff.

Die Luft tritt entweder von einer, oder von zwei Seiten in das Rad ein, wird durch die Fliehkraft nach den Enden der Flügel hingedrängt und tritt aus, sobald die Flügelzellen an die, durch den Schieber (Fig. 678) frei gelassene Öffnung gelangen. Von hier tritt die Luft durch den sich allmählich erweiternden Raum unter dem Schieber (Diffusor) in den Blasehals oder Auslauf ein, welcher sich aber bei neueren Ausführungen nicht mehr nach oben erweitert, und erleidet auf diesem Wege eine Ermäßigung der Geschwindigkeit bis auf 2 bis 3 m (56, 5).

Auch bei dem Guibalrade wird die eintretende Luft ohne Stoß in radiale Richtung gebracht, und zwar durch Einlaufkegel, welche auf der Achse angebracht sind, jedoch den Einlauf selbst, dessen Weite nach R. Wabner<sup>1)</sup> zu  $0,5R$  angenommen werden kann, nicht verengen dürfen. Auch sind im Einlaufe alle Kanten abzurunden.

Die Flügel, deren Zahl 6 bis 10, gewöhnlich 8 beträgt, bestehen aus Brettern von Eichenholz und sind an einem, aus Winkleisen mit sehr dauerhafter und einfacher Dreiecksverbindung bestehenden Rade befestigt (Fig. 679). An den Enden sind die Flügel im Sinne der Drehung etwas umgebogen.

Der Durchmesser des Flügelrades betrug bei den ersten Ausführungen 4 und 5 m, später ging man bis 12 m, in England sogar bis 14 m, bei einer Flügelbreite von 1,70 bis 3 m. Die meisten Guibalräder haben 7 bis 10 m Durchmesser.

Der Schieber oder die Schütze soll versuchsweise so lange weiter geöffnet werden, als dadurch noch eine Vermehrung der Depression im Saugkanale erzielt wird und dann in seiner Stellung belassen werden. Will man die Luftmenge verändern, so kann dies nur durch eine andere Umlaufszahl erreicht werden. Eine Verstellung des Schiebers ist lediglich dann vorzunehmen, wenn sich die gleichwertige Öffnung der Grube (37) ändert oder wenn sich der Einfluß des natürlichen Wetterzuges geltend macht<sup>2)</sup>.

Der Schieber, welcher aus schmalen Brettern mit über die Fugen geschraubten Blechstreifen oder besser aus Brettern, welche durch Gelenke verbunden sind, besteht, bewegt sich in gußeisernen, nach dem Halbmesser des Flügelrades gekrümmten Führungsrinnen.

Der Antrieb des Rades erfolgt in der Regel mit einer liegenden Maschine. Auf der Grube Heinitz bei Neunkirchen hat man nach englischem Vorgange zwei unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  geneigt stehende Maschinen angewendet, deren eine gewöhnlich als Reserve dient. In Notfällen werden beide Maschinen angekuppelt.

Das Guibalrad in Fünfkirchen (Ungarn)<sup>3)</sup> hat 7 m äußeren, 2 m in-

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1889, S. 310.

2) v. Hauer a. a. O. S. 91.

3) v. Hauer a. a. O. S. 87. — Kärntn. Zeitschr. 1876, S. 10.

neren Durchmesser, 2 m Breite und ist auf 60 Umläufe, sowie auf 1000 cbm Luft in der Minute bei 40 mm Depression berechnet. Der Betrieb erfolgt durch eine Maschine von 0,45 m Zylinderdurchmesser und 0,85 m Hub, welche bei  $4\frac{1}{2}$  Atm. Eintrittsspannung und vierfacher Expansion eine indizierte Leistung von 30 Pfdk. ergibt. Da hiervon 6 Pfdk. für andere Zwecke entfallen, so verbleiben nur 24 für den Betrieb der Wettermaschine. Die reine Leistung beträgt aber nur 9 Pfdk., daher das Verhältnis derselben zur indizierten mit rund 0,4 angenommen ist.

Ein Guibalrad bei Mons, sowie diejenigen von Heinitz und Camphausen bei Saarbrücken haben 10 m äußeren Durchmesser und 3 m Flügelbreite. Während auf den letztgenannten Werken nur 2400 cbm Luft in der Minute erzielt werden, wird die Leistung des Guibalrades bei Mons auf 6000 cbm angegeben.

Ein saugend wirkender Guibal-Ventilator, der auf der Max-Grube bei Michalkowitz zur Aufstellung gelangte, ist ebenfalls so eingerichtet, daß man ihn nötigenfalls blasend wirken lassen kann. Der Flügelraddurchmesser beträgt hier 5 m, die Leistung 1000 bis 1200 cbm in der Minute. Der Antrieb geschieht auf elektrischem Wege.

Aus der analytischen Theorie der Schleuderräder nach Guibal ergeben sich nach R. Wabner<sup>1)</sup> folgende Resultate:

1) Ein Schleuderrad ohne Mantel, bei welchem die am Radumfang zurücktretende Luftmenge gleich der aus der Grube angesaugten Wettermenge ist, hat den Wirkungsgrad  $E = 0,47 \cdot 0,5 = 0,235$ .

2) Ein Schleuderrad mit Mantel und Regulierungsschieber hat den Wirkungsgrad  $E' = 0,47 \cdot 1 = 0,47$ .

3) Ein Schleuderrad mit Mantel, Schieber und Schornstein hat, wenn der Querschnitt am unteren Ende des Schornsteins  $\frac{1}{3}$  so groß ist, als derjenige an der Mündung, den Wirkungsgrad  $E'' = 0,94$ .

Theoretisch verdoppelt also der Schornstein die Leistung eines ummantelten Schleuderrades.

Das Guibalrad wird für große und weite Gruben wegen des dauerhaften Baues und der großen Leistungsfähigkeit mit Vorliebe verwendet. Auch kostet ein Guibalrad von 12 m Durchmesser in der Gesamtanlage ungefähr ebensoviel oder noch etwas weniger, als ein Serrad von 2 m Dm., etwas weniger wie ein Capellrad von 3,75 m Dm., oder ebensoviel wie ein Rateaurad von 2,8 m Dm., liefert aber bei gleicher oder ähnlicher gleichwertigen Öffnung mehr Luft als dieses. Indessen hat es auch seine Nachteile, welche besonders in seinen großen Abmessungen und in seinem großen Gewichte begründet sind. Das letztere ruft eine bedeutende Achsenreibung hervor (beim Guibalrade von Couillet sollen dadurch 6 Pfdk. von 42 Pfdk. Leistung verbraucht werden)<sup>2)</sup>. Für enge Gruben ist es

1) a. a. O. S. 167.

2) v. Hauer a. a. O. S. 92.

nicht geeignet, weil es in diesem Falle einen geringen Wirkungsgrad ergibt<sup>1)</sup>).

Das Guibalrad wird deshalb in solchen Fällen und wenn es sich um elektrische Kraftübertragungen handelt, durch die kleinen Wetterräder (Pelzer, Geißler, Rateau u. s. w.) vielfach verdrängt.

**67. Schleuderrad von Beer.** — Das von M. Ch. Beer nach Guibalschem Systeme hergestellte Schleuderrad ist in Belgien mehrfach in Anwendung. Dasselbe hat kleine Abmessungen, nämlich 4 m Durchmesser, 1,350 m Einlauf, 1,386 m Breite; es bekommt die Luft von beiden Seiten und hat ein blechernes Gehäuse. Eine dreizylindrige Maschine, einfach wirkend, greift direkt an der Achse an und ermöglicht eine große Geschwindigkeit, sodaß das Guibal-Beersche Schleuderrad die Vorteile der Billigkeit und der leichten Herstellung vereinigt und für mittlere Leistungen sehr empfehlenswert erscheint. Diesem ähnlich ist das Schleuderrad von Créal<sup>2)</sup>.

**68. Schleuderrad von Dinnendahl<sup>3)</sup>.** — Die von R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele gebauten Schleuderräder Fig. 680 und 681 unterscheiden sich von dem Guibalrade durch die spiralförmige Erweiterung des Auslaufs und durch die damit bewirkte beständige Ausströmung der Luft aus den Zellen statt der stoßweisen beim Guibalrade, dessen Schieber aus diesem Grunde fortfallen kann.

Auf dem Kasberg-Schachte der Grube von der Heydt bei Saarbrücken sind zwei Dinnendahlräder von je 8 m Durchmesser und 2 m Breite eingebaut<sup>4)</sup>. Die Räder sind zweiseitig saugend und so eingerichtet, daß sowohl jedes derselben für sich unmittelbar aus der Grube als auch das eine vom andern saugen kann.

Ochwadt kommt nach eingehenden Versuchen mit den Dinnendahlrädern, und R. Wabner<sup>5)</sup> durch Rechnung zu dem Schlusse<sup>6)</sup>, daß die Guibalräder überhaupt zu breit und zu groß gebaut werden, während v. Hauer<sup>7)</sup> der Ansicht ist, daß sich dieser Schluß nur auf die Dinnendahlsche Ausführung der Guibalräder bezieht, und daß die letzteren wegen der andern Bewegungsart der Luft eine größere Breite erhalten müssen.

Ein dem Dinnendahlrade entsprechendes Schleuderrad mit senkrechter Achse ist auf dem Trifailer Kohlenwerke in Steiermark in der

1) Bericht der Preuß. Schlagwetterkommission Bd. 5, S. 3.

2) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, Texttafel I.

3) v. Hauer a. a. O. S. 94.

4) Ochwaldt in Preuß. Zeitschr. 1888, Bd. 36, S. 269.

5) Berg- u. H.-Zeitg. 1889, S. 310.

6) Ochwaldt a. a. O. S. 278.

7) a. a. O. S. 94, Anm. 1.

Weise eingebaut, daß seine Saugöffnung mit der Schachtöffnung zusammenfällt. Das Flügelrad hat 4 m äußeren, 0,8 m inneren Durchmesser und

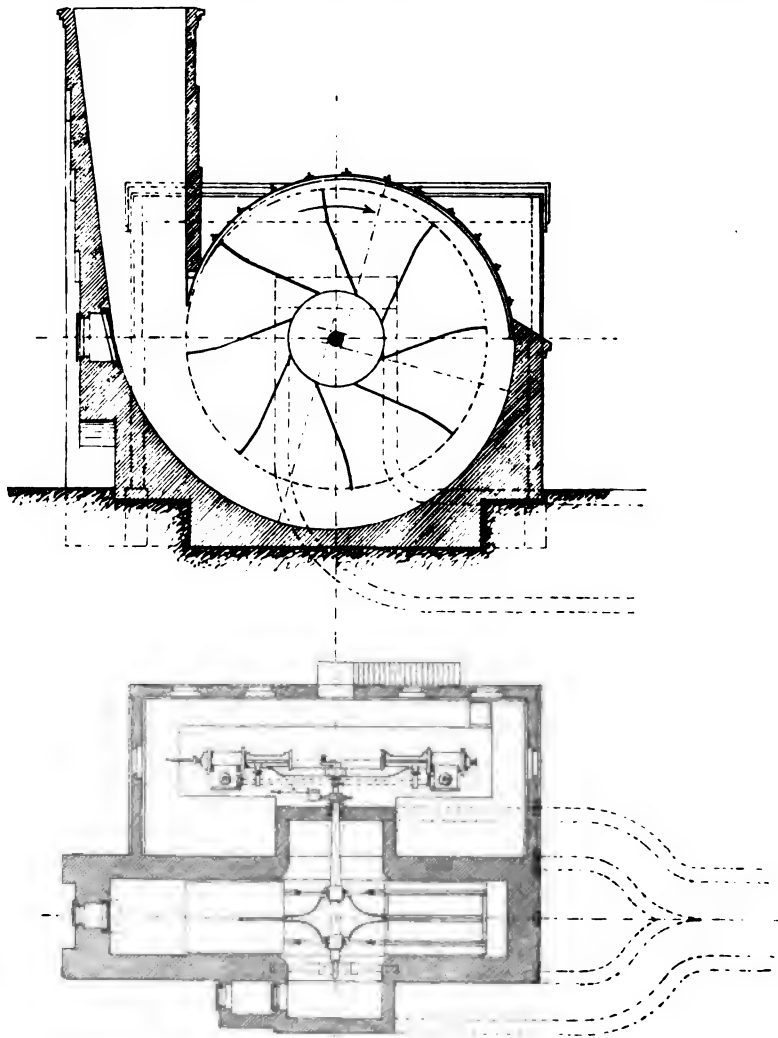


Fig. 680 u. 681. Schlenderrad von Dinnendahl. 1:200.

0,8 m Breite, die Leistung beträgt 8 cbm Luft in der Sekunde bei 100 Umläufen.

69. Kleyrad<sup>1)</sup>. — Das Kleyrad unterscheidet sich von den andern

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 302, Taf. XIII, Fig. 1–4.

Schleuderrädern dadurch, daß die angesaugte Luft aus dem Wetterkanale zunächst durch einen, neben dem Flügelrade angebrachten, gemauerten, spiralförmigen Kanal geführt wird, sodann ohne Stoß, aber mit einer nachteiligen Richtungsveränderung von  $180^{\circ 1)}$  in den Flügelraum und schließlich nach einer abermaligen Richtungsveränderung, durch einen gleichfalls spiralförmig sich erweiternden Auslaufraum, in den Schlot gelangt.

Die Weite des Saugkanals ist bei älteren Ausführungen gleich, bei neueren größer, als die radiale Weite des spiralförmigen Raumes, wodurch die nachteilige Verengung des Luftstromes<sup>2)</sup> beim Eintritt in die Einlaufspirale vermieden wird. Außerdem sind die Flügel bei neueren Ausführungen nicht mehr fast radial und geradlinig, sondern um etwa  $30^{\circ}$  nach rückwärts und an den Enden mit  $20^{\circ}$  vorwärts geneigt, sodann ist das Rad von einem ringförmigen Diffusor und dieser erst von dem spiralförmigen Auslaufraume umgeben, sodaß die Geschwindigkeit der Luft schon vor dem Eintritte in den Schlot herabgesetzt wird.

Der Flügelraum ist gegen außen derart verengt, daß die relative Geschwindigkeit an der Ein- und Austrittsseite gleich wird.

Von den älteren Kleyrädern steht je eines auf Schmidtmannschacht bei Aschersleben und auf Zeche Zollverein, Schacht I, bei Altenessen.

Der Durchmesser des ersten ist 9 m. Die Zahl der Flügel beträgt 26, die Länge derselben 1,5 m, ihre Breite 0,70 bis 1,19 m. Die Flügel sind zum Radius um  $4^{\circ}$  geneigt. Der Querschnitt des Saugkanals beträgt 3 qm. Zum Betriebe dient eine zylindrische Bajonettmaschine, deren Zylinder 470 mm Durchmesser bei 850 mm Hub hat. Die größte Umgangszahl beläuft sich auf 62 in der Minute, die Maximaldampfspannung auf 5 Atmosphären. Von der Grubenverwaltung wird die angesaugte Luftmenge bei 62 Umgängen in der Minute auf 1800 cbm (im Saugkanale gemessen) angegeben, während ein gewöhnliches Guibalrad bei gleicher Umgangszahl, gleichem Durchmesser und 2 m Flügelbreite nach derselben Angabe eine Leistung von nur 1500 cbm ergeben dürfte.

Auf der Grube Zollverein bei Essen werden ein Kleyrad von 4 m Durchmesser und 0,5 m Breite, sowie ein Guibalrad von 9 m Durchmesser und 3 m Breite von gleich starken Dampfmaschinen betrieben. Bei dem Guibalrade greift die Maschine die Welle des Flügelrades unmittelbar an, während der Antrieb des Kleyrades durch Seilübertragung, im Übersetzungsverhältnis von 1 : 2,93 der Rillenscheiben erfolgt.

Bei 45 Hübten der Dampfmaschine lieferte das Guibalrad 1610 cbm Luft in der Minute bei 33 mm Wassersäule, das Kleyrad dagegen 1820 cbm bei 42 mm Depression, sodaß bei gleichem Kraftaufwande das letztere eine um  $14\%$  größere Leistung hat, als das erstere. Zu Gunsten des Kleyrades spricht aber noch außerdem der Umstand, daß die Hübte der Dampf-

---

1) R. Wabner in B. u. H.-Zeitg. 1889, S. 310.

2) R. Wabner a. a. O. S. 310.

maschine ohne Nachteil für die ganze Anlage bis auf 70 in der Minute gesteigert werden können, während das Guibalrad eine größere Hubzahl als 50 wegen des Warmlaufens nicht wohl zuläßt<sup>1)</sup>.

Bei den neueren Kleyrädern<sup>2)</sup> in Sulzbach bei Saarbrücken, Schacht VII zu Brandeisl in Böhmen, Ernst Solvayschacht bei Roschwitz in Anhalt, ist die Übertragung wegen der dabei zu besorgenden Störungen durch direkten Angriff ersetzt.

**70. Pelzerrad.** — Das Pelzerrad hat mehrfache Änderungen erfahren. An Stelle des anfänglichen Schraubenventilators trat ein Rad, bei welchem die Luft zuerst durch Schöpfschaufeln (D. R. P. Nr. 31332) von spiralförmiger Form ihre drehende Bewegung erhielt und dann erst zwischen die eigentlichen radialen Flügel kam, welche sie direkt ins Freie warfen, Fig. 682.

Ein solches Rad von 4 m Durchmesser ist auf der staatlichen Steinkohlengrube König bei Neunkirchen in Betrieb. Bei einem Vergleiche desselben mit einem Guibalrade von 9,5 m Durchmesser ergab sich ein für das Pelzerrad günstiges Resultat insofern, als dasselbe bei nahezu gleicher Umfangsgeschwindigkeit (Guibal = 19,87, Pelzer = 18,84) und gleicher Depression (23,5 mm Wassersäule) eine noch etwas größere Luftmenge lieferte, als das Guibalrad (G. = 2141 cbm, P. = 2191 cbm). Bei gesteigerter Umfangsgeschwindigkeit von 28,84 m bei Guibal und 29,3 m bei Pelzer stellten sich die Depressionen auf 52 bzw. 61 mm Wassersäule, die manometrischen Wirkungsgrade auf 41,83 bzw. 55,77 und die geförderten Luftmengen auf 3074 bzw. 8409 cbm. Die mechanische Nutzleistung (Verhältnis der nutzbar gewordenen zur aufgewendeten Arbeit) ergab sich bei dem Pelzerrade zu durchschnittlich 51,57%.

Spätere Ausführungen (D. R. P. Nr. 43318) erhielten einen spiralförmigen Auslaufraum mit erweitertem Schlot, so u. a. ein im Jahre 1888 nach Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken geliefertes Pelzerrad von 4 m Durchmesser<sup>3)</sup>.

Später hat Pelzer die Ansicht vertreten, daß die spiralförmigen Diffusorräume, wie sie bei den Rittinger- und Dinnendahlrädern zuerst angewendet sind, nicht zweckmäßig seien, weil sich wegen der Reibung der Luft an den Diffusorwänden Stauungen bilden. Hierdurch werde veranlaßt, daß die Luftteile durcheinander wirbeln, womit Leistungsverluste verbunden seien.

Demgemäß stellt Pelzer seine neuesten Räder mit einem geraden, verstellbaren Diffusor *S* her (Fig. 682), mit welchem die lebendige Kraft der aus den Flügeln ausströmenden Luft als Depression am Umfange des Flügelrades nutzbar gemacht werden soll.

1) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 265.

2) v. Hauer a. a. O. S. 99.

3) v. Hauer, Die Wettermaschinen. 1889, S. 107.

Das Flügelrad  $F$  (Fig. 682) wird bei dieser Diffusoreinrichtung teilweise von einem Trichter umschlossen, dessen Basis  $EE$  in eine Drehungsebene des Wetterrades fällt. Vor dem Flügelrad  $F$  befindet sich die Scheibe  $S$ , welche auf dem, an das Flügelrad möglichst dicht anschließenden Zylinder  $C$  horizontal und in der Weise verschiebbar ist, daß durch ein Verschieben dieser Scheibe der bei  $EE$  gebildete ringförmige Spalt breiter oder schmaler wird.

Der Trichter, welcher das Flügelrad teilweise umgibt, hat den Zweck, die Luft, welche aus dem Flügelrade ausströmt und die einen Querschnitt gleich der Breite des Flügelrades hat, denselben aber, wenn er sich in gleicher Breite in radialer Richtung weiter ausdehnt (Rittingers Diffusor), niemals ganz auszufüllen vermöchte, ohne daß heftige Wirbelbildungen und Geschwindigkeitsverluste entstünden, in einem geschlossenen, rund laufenden Strome zu sammeln, welcher sich in seitlich fortschreitenden Spiralen aus dem Trichter hervor gegen die Scheibe  $S$  hin bewegt und zwischen der Scheibe  $S$  und der Fläche  $EE$  hindurch ins Freie strömt. Die zwischen  $S$  und  $E$  hindurch strömende Luft erzeugt nun am Umfange des

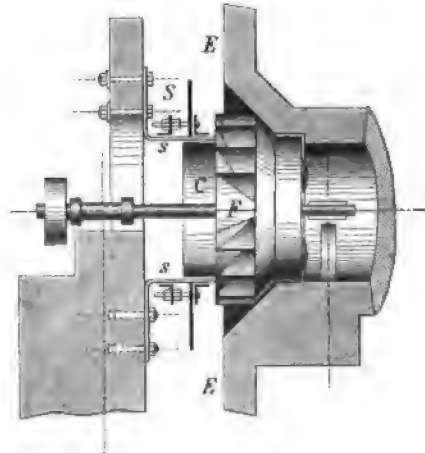


Fig. 682.  
Pelzerrad mit verstellbarem Diffusor.

Flügelrades eine Depression von  $H = \frac{v^2}{2g}$ , welche ihrer Geschwindigkeit  $v$  entspricht. Durch Versuche stellt man nun die Scheibe  $S$  so ein, daß an dem Umfange des Flügelrades die höchste Depression entsteht.

Ein derartiges Pelzerrad von 3,5 m Durchmesser des Flügelrades lieferte bei 200 Umläufen des letzteren 2800 cbm Wetter in der Minute bei 85 mm Depression, also mit einer Arbeit von  $\frac{2800 \cdot 85}{60 \cdot 75} = 52,88 \text{ HP}$ .

Die indizierte Leistung der Maschine war 75,4 HP, mithin die mechanische Nutzleistung des Wetterrades:  $\frac{52,88 \cdot 100}{75,4} = 70\%$  der indizierten Maschinenleistung.

**71. Schleuderrad von Moritz.** — Bei dem Schleuderrade von Moritz, von welchem zwei auf Zeche Erin bei Castrop stehen, gelangt die Luft durch die beiderseitigen ringförmigen Saugöffnungen zuerst in Schaufeln, welche nach Schraubenflächen gekrümmt sind, erhält dadurch eine drehende



Bewegung und wird durch einen Doppelkonus in radialer Richtung den Hauptflügeln zugeführt.

Der manometrische Wirkungsgrad dieser Wetterräder wurde gleich 0,55 bis 0,65, das Verhältnis der reinen Leistung zur indizierten Dampfmaschinenarbeit gleich 0,28 bis 0,36 gefunden<sup>1)</sup>.

**72. Turbinenventilator von Krafft<sup>2)</sup>.** — Die Wetter gelangen durch den Wetterkanal in eine eiserne Röhre und aus dieser von unten in ein System von Leitschaufeln, aus denen sie ohne Stoß in das ringförmig darum rotierende, horizontal liegende Schaufelrad einströmen. Die Schaufeln sind gekrümmt und doppelwandig, sodaß sie zwischen sich für die Luft nur gleichmäßig weite Durchgangsräume lassen, um Wirbelungen und Rückströmungen zu vermeiden. An der Peripherie des Schaufelrades endlich, auf der Umfassungsmauer des Gebäudes, ist ein ringförmiger Diffusor angebracht.

**73. Schleuderrad von Ser<sup>3)</sup>.** — Dasselbe gehört zu den Schleuderrädern mit vorwärts gekrümmten Flügeln ( $45^\circ$ ) und wird in Durchmessern von 1 bis 4 m ausgeführt. Das Rad besteht im wesentlichen aus einer vollen kreisförmigen Scheibe von starkem Eisenblech, welche auf der Rotationsachse verlagert, auf jeder Seite 32 gebogene Flügel trägt. Jeder Flügel ist ein Teil eines Zylindermantels, dessen Längsachse der Rotationsachse des Wetterrades parallel geht. Im übrigen sind diese Flügel, welche an der Achse einen Kreis von etwa dem halben Radius der Hauptscheibe frei lassen, derartig angeordnet, daß sie am Umfange der letzteren mit der betreffenden Tangente einen Winkel von  $45^\circ$  einschließen. Die auf beiden Seiten angesaugte Luft gelangt durch Einlaufkegel in das Flügelrad und aus diesem in einen sich allmählich erweiternden Auslaufraum, dessen Breite außerdem bedeutend größer, als diejenige des Rades ist. Das Verhältnis der reinen Leistung zur indizierten Arbeit der Dampfmaschine war im günstigsten Falle gleich 60%, während es bei Guibal 65% und bei Pelzer 41% beträgt. Das Schleuderrad von Ser wird in Saarbrücker Gruben zur Sonderventilation gebraucht.

Der Serventilator gehört zu den leistungsfähigsten unter den kleinen Ventilatoren. Bei nur 2 oder 2,5 m Durchmesser kann er den großen Guibalventilator ersetzen. Bei einem Durchmesser von nur 1,40 m für enge Gruben liefert er 12 cbm in der Sekunde, bei einer Geschwindigkeit von 400 Umgängen und einer gleichwertigen Öffnung von 0,50 qm.

1) Anlagen zum Hauptbericht der Preuß. Schlagwetterkommission Bd. 5. S. 6, 15, 97. — v. Hauer a. a. O. S. 110.

2) Demanet, [Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Braunsch. 1885. S. 409. Fig. 232.

3) v. Hauer a. a. O. S. 115. — Le Génie civil. 1887, Nr. 23. — Glückauf. Essen 1893, S. 218.

Bei derselben Geschwindigkeit und bei einer gleichwertigen Öffnung von 1 qm liefert er 20 cbm.<sup>1)</sup>

**74. Schleuderrad von Winter.** — Das Schleuderrad von Winter, von der Baroper Maschinenfabrik angefertigt, zeigt im Bau des Flügelrades sowohl, als des Gehäuses, große Ähnlichkeit mit denen von Ser und Wagner und ist auf den Zechen Dorstfeld, Zentrum und Viktor in Westfalen und Hercynia bei Vienenburg am Harz im Gebrauch<sup>2)</sup>. Auf einem starken Rahmen sind zwei Saugkasten befestigt, welche an den entsprechenden Öffnungen des Wetterkanales dicht anschließen. Zwischen den Saugkasten befindet sich das Flügelrad von 1,6 m Durchmesser. Dasselbe besteht aus einer schmiedeeisernen Platte, auf welcher an beiden Seiten die gekrümmten Windschaufeln angenietet sind (Fig. 683). Ein Gehäuse ist nicht vorhanden, die Luft wird nach allen Seiten aus dem Flügelrade herausgeschleudert.

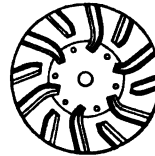


Fig. 683. Windschaufeln im Winterschen Ventilator.

Die Bewegung vermittelt eine Maschine von 430 mm Zylinderdurchmesser und 600 mm Hub mit 60 bis 65 Umdrehungen in der Minute. Sie verleiht dem Rade durch Riemenübertragung 540 bis 585 Umdrehungen, womit eine Luftmenge von 870 cbm in einer Minute bei einer Depression von 80 mm durch ein Wettertrum von 1,55 qm Querschnitt bewegt wird. Dem Winterschen Schleuderrade ähnlich sind diejenigen von Lalle<sup>3)</sup>, Farcot<sup>4)</sup> und Gonther<sup>5)</sup>.

**75. Die Schleuderräder von Combes, Gallez, Tournaire, Letoret, Leverkus<sup>6)</sup>** sind solche mit rückwärts gekrümmten äußeren Flügelenden. Das Schleuderrad von Combes<sup>7)</sup> ist das älteste und zwar nach Art der Reaktionsturbinen gebaut, dasjenige von Gallez<sup>8)</sup> ist von einem spiralförmigen, gemauerten Mantel mit Blasehals umgeben und hat wegen seiner geringen Leistung und wenig dauerhaften Bauart nur auf einzelnen belgischen Gruben Verwendung gefunden.

Dasselbe ist bei dem Schleuderrade von Tournaire<sup>9)</sup> der Fall, während

1) Paul E. Chalon, Aide-mémoire du mineur et du prospecteur. Paris 1902, S. 126.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 225, Taf. XXII, Fig. 1—5.

3) Ebenda 1884, Bd. 32, S. 224, 225 und Texttafel e.

4) Bull. soc. de l'ind. min. 1888, S. 30. — v. Hauer, Die Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 118.

5) v. Hauer, Die Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 118.

6) Dinglers polyt. Journ. 1886, Bd. 256, S. 145.

7) Combes, Expl. des mines Bd. 2, S. 453. — Dasselbe. Deutsch von Hartmann, S. 517.

8) Preuß. Zeitschr. 1865, Bd. 13, S. 187. — v. Hauer a. a. O. S. 120.

9) Ann. des mines. 5. Reihe, Bd. 17, S. 233.

der Ventilator von Letoret<sup>1)</sup>, Fig. 684, bei welchem 4 bis 6 ebene, zurückgeneigte Flügel um Gelenke drehbar sind und sich stellen lassen, in der Umgegend von Mons früher viel in Gebrauch war.

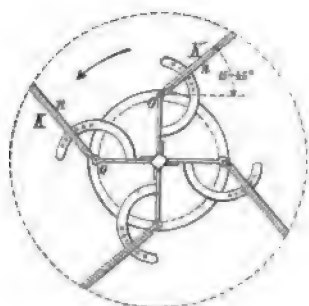


Fig. 684.  
Schleuderrad von Letoret.

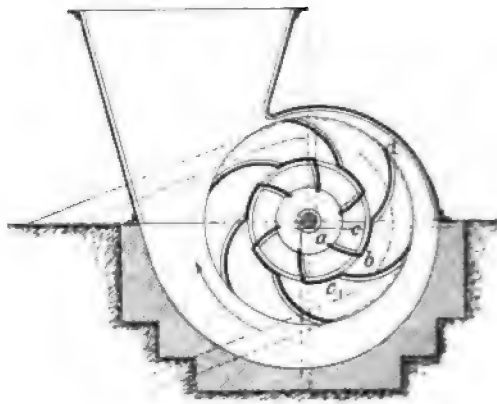


Fig. 685.  
Schleuderrad von Capell.

**76. Schleuderrad von Capell<sup>2)</sup>.** — Dasselbe wird von R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele gebaut und in Westfalen mehrfach verwendet. Die Flügel *abcd* (Fig. 685) sind rückwärts gekrümmt, sodaß die Luft die Verengung *bc<sub>1</sub>* durchströmen muß. Die Breite *bc<sub>1</sub>* wird je nach der zu erzielenden Depression angenommen. Nach Angabe des Erfinders verrichtet der innere Teil der Flügel die eigentliche Nutzarbeit, während der äußere die angesaugte Luft nach außen befördert. Nach v. Hauer ist anzunehmen, daß nach dem Verlassen der Öffnung *bc<sub>1</sub>* schädliche Wirbelbildung eintritt. Dagegen wirkt der äußere erweiterte Teil der Radzelle allerdings als Diffusor, in welchem die Geschwindigkeit der Luft sich zum Teil in Pressung umsetzt. Nach Versuchen auf der Grube Waaleswood Colliery bei Sheffield mit geschlossenem Schleuderrade soll bei einer Depression von 76 mm eine sekundliche Luftmenge von 51,3 cbm erzielt sein und zwar bei einem Wirkungsgrade von 87,5 %.

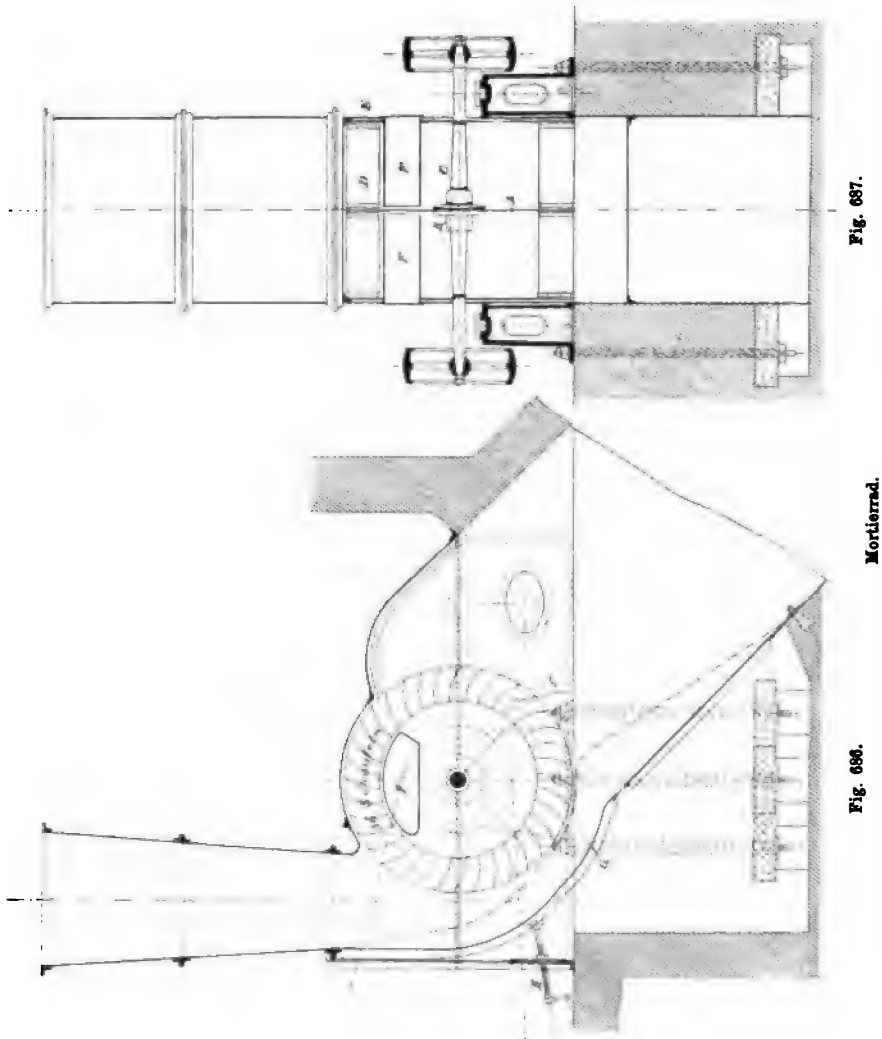
Nach R. Wabner<sup>3)</sup> ist anzunehmen, daß die vorstehend erwähnten günstigen Leistungen der Capellräder sich bei größeren Wettermengen bis 100 cbm und bei größerer gleichwertiger Öffnung voraussichtlich wesentlicher niedriger stellen müssen, da dann die Radwiderstände mehr ins

1) Combes, Expl. des mines. Deutsch von Hartmann S. 518. — Burat Material des Steinkohlenbergbaues. Deutsch von Hartmann, S. 277.

2) v. Hauer a. a. O. S. 123, Fig. 176. — Glückauf. Essen 1888, S. 181. — Preuß. Zeitschr. 1890, Heft 3 u. 5.

3) a. a. O. S. 192.

Gewicht fallen werden und der sehr niedrige und zu stark erweiterte Ausblaseschornstein weniger lebendige Kraft zurückerstatten kann.



77. **Mortierrad**<sup>1)</sup>. — Das Mortierrad hat eine von den Schleuderrädern wesentlich abweichende, ganz eigenartige Wirkungsweise. Während bei diesen die Luft parallel der Achse eingeführt und nach Ablenkung um

1) Glückauf. Essen 1896, S. 217, 729. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 965; 1896, S. 419, 963, 1226.

90° mehr oder weniger radial dem inneren Umfange des Schaufelrades zuströmt, tritt hier die Luft nahezu radial in den äußerem Umfang des Rades ein, durchströmt die Schaufeln und das Radinnere, sodann noch einmal die Schaufeln von innen nach außen und wird dann mit einer der äußeren Umfangsgeschwindigkeit entsprechenden absoluten Geschwindigkeit in den Ausblasehals geworfen.

Auf der horizontalen Welle *C* (Fig. 686 und 687) ist mittels der beiden Naben *B* die kräftige massive Blechscheibe *A* befestigt, an deren Umfange zu beiden Seiten je 36 dünne Blechschaufeln *D* angenietet sind. Außen werden sie noch durch je einen starken schmiedeeisernen Ring *E* gehalten. Die nach vorwärts gekrümmten Schaufeln laufen innen radial aus, während sie am äußeren Radumfang einen Winkel von 40° mit dem Radius, also von 50° mit der an die äußere Peripherie gelegten Tangente bilden. Das Rad hat die Breite des Wetteraugkanals und wird von einem eigenartig gestalteten, schmiedeeisernen Gehäuse umgeben, an welches sich ein Ausblaseschlot von rechteckigem Querschnitte anschließt. Die ganze untere Begrenzungsfläche *G* des Gehäuses ist an zwei Stellen beweglich, sodaß dieselbe aus der in der Figur gezeichneten äußersten Lage dem Rade bis in die punktiert gezeichnete Stellung genähert werden kann. Die Einrichtung bezweckt, die Menge der gelieferten Luft zu vermehren, allerdings auf Kosten der erzeugten Depression. Der Vorgang bei geöffneter Klappe ist der, daß eine gewisse Luftmenge von der aus dem Rade ausströmenden Luft durch die Öffnung angesaugt und mitgerissen wird, ohne das Rad zu durchziehen. Das Öffnen dieser Stellklappe (»Multiplikator«) hat jedoch nach Herbst<sup>1)</sup> auf die Wirkung des Rades einen ungünstigen Einfluß.

Um einerseits Wirbelbildungen und ein vertikales Aufsteigen der Luft, andererseits ein Zurückströmen derselben im Inneren des Rades zu vermeiden, ist dasselbe in seiner oberen Hälfte mit zwei eigenartig gestalteten Kurven *F* von kreissegmentförmigem Querschnitte versehen, welche beiderseits an der Innenwand des Gehäuses festgenietet sind und nahe bis an die mittlere Scheibe heranreichen.

Was den mechanischen Wirkungsgrad des Mortierrades betrifft, so soll derselbe nach Versuchen auf der Grube La Perronnière im Loire-Departement bis 79% betragen haben. Auf der Zeche Monopol bei Camen hat A. von Ihering Versuche angestellt und im allgemeinen günstige Werte gefunden, obgleich der Wirkungsgrad nur 53% war, was jedoch durch örtliche, ungünstige, mit dem Mortierrade nicht zusammenhängende Verhältnisse begründet wird<sup>2)</sup>.

Bei 348 Touren und 156 mm Depression ergab ein Versuch auf Zeche Monopol eine Luftmenge von 2920 cbm in einer Minute<sup>3)</sup>.

1) Glückauf. Essen 1896, S. 736.

2) Ebenda S. 221.

3) Über vergleichende Untersuchung der Wirkungsweise der beiden elektrisch

Raddurchmesser von 2,8 m haben sich bis jetzt für alle Fälle ausreichend erwiesen.

**78. Hintereinander und gemeinschaftlich arbeitende Wettermaschinen.**  
— Auf Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken liegen zwei Guibalräder von 7 m Durchmesser, von denen das eine die von dem andern ausgeworfene Luft wegsaugt, hintereinander. Man verdoppelte damit die Depression und vermehrte das Luftquantum im Verhältnis von  $\sqrt{2} : 1$  oder um 41%. Durch Öffnen und Schließen von Türen kann aber auch jeder Guibal für sich, oder es können beide zusammen arbeiten und direkt aus der Grube saugen. Diese Einrichtung ist jedoch nur für den Fall zu rechtfertigen, wenn eine vorhandene Wettermaschine zu klein ist und man nicht unter gänzlicher Abwerfung derselben eine größere anschaffen will<sup>1)</sup>.

R. Wabner<sup>2)</sup> berechnet, daß die beiden zusammen arbeitenden und von gleich starken Dampfmaschinen betriebenen Räder nur eine um 25% größere Wettermenge zu liefern imstande seien, als wenn nur ein Rad arbeitet.

Die Luftverdünnung beider hintereinander stehenden Schleuderräder wird nur 1,587 mal größer sein als die von einem Rade erzeugte.

Auch mag hier erwähnt werden, daß es sich nach Versuchen auf Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken<sup>3)</sup> als unzweckmäßig herausgestellt hat, zwei Wettermaschinen oder Wetteröfen gemeinschaftlich arbeiten zu lassen, weil dieselben nie gleichmäßig gehen. Es entstehen dadurch Gegenströmungen, Wirbel u. s. w., sodaß eine Wettermaschine zum Teil aus der andern und nicht aus der Grube saugt.

**79. Einrichtungen für abwechselnd saugende und blasende Wirkung<sup>4)</sup>**  
sind bei mehreren Guibalrädern, u. a. in Monceau-les-Mines<sup>5)</sup> und Comberedonde<sup>6)</sup>, Maxgrube bei Michalkowitz, Cons. Paulus-Hohenzollerngrube (63) getroffen, haben aber keinen besonderen Wert.

Im ersteren Falle geht von dem (einseitigen) Saugkanale eine Abzweigung direkt nach den Flügeln des Guibalrades und dient, wenn dasselbe blasend wirken soll, als Ausblasehals, nachdem ein in demselben angebrachter Verschluß geöffnet, der eigentliche Ausblasehals und der Saugkanal verschlossen sind und der Einlauf mit der äußeren Luft in Verbindung gebracht ist.

---

angetriebenen Ventilatoren, System Capell und Mortier, auf Zeche Ver. Bonifazius bei Kray s. Glückauf. Essen 1899, S. 886.

1) Expl. et régl. des mines à grisou. III. Allemagne, S. 201.

2) R. Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Leipzig 1901, S. 206.

3) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 81 ff.

4) v. Hauer, Die Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 129.

5) Burat, Cours d'expl. des mines S. 226. — v. Hauer a. a. O. S. 126.

6) Bull. de la soc. de l'ind. minér. 1881, Bd. 10, S. 109.

80. **Kosten der Schleuderräder<sup>1)</sup>.** — Die Kosten der Schleuderräder einer und derselben Art sind je nach der Größe derselben verschieden. So schwanken die Kosten für ein Guibalrad zwischen 72810 ₣ (davon 68500 für die Betriebsdampfmaschine) und 8880 ₣ (davon 6780 ₣ für die Maschine).

Von einer belgischen Kommission werden die Kosten für einen 9 bis 12 m großen Guibal auf 31000 frcs., für einen solchen mit 5,8 m Rad-durchmesser auf 28000 frcs. angegeben<sup>2)</sup>.

Das teuerste Pelzerrad kostete 30630 ₣ (17530 ₣ für die Maschine, das billigste 4000 ₣ (2500 ₣ für die Maschine).

Das teuerste Winterrad von 3 m Flügeldurchmesser kostete 19000 ₣ (11500 ₣ für die Maschine), das billigste von 1,7 m Dm. 7750 ₣ (6250 ₣ für die Maschine).

Die Preise für Schieleräder schwanken zwischen 24758 ₣ (16558 ₣ für die Maschine) bei 4,3 m Dm. und 6300 ₣ (5700 ₣ für die Maschine bei 1,55 m Dm.

Von unterirdischen Maschinen kostet die Guibalanlage auf dem Alexanderschachte zu Planitz bei Zwickau bei 7 m Flügeldurchmesser 34672 ₣, wovon jedoch 7721 ₣ für die bei der Herstellung der Radstube gewonnenen Kohlen abzurechnen sind. Das Rad, die Kraftmaschine und die Rohrleitungen kosteten zusammen 20526 ₣.

Das Geißlerrad, welches auf der Zeche Shamrock in Westfalen unterirdisch aufgestellt war (59) und welches 3,5 m Flügeldurchmesser hatte, kostete im ganzen 68000 ₣. Davon sind jedoch 30000 ₣ für die Herstellung und Ausmauerung der nötigen unterirdischen Räume und Verbindungsstrecken und 15000 ₣ für Rohrleitungen aufgegangen.

Betriebskosten. — Die jährlichen durchschnittlichen Betriebskosten (wobei 10% für Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten zugeschlagen sind) betragen:

	für ein Guibalrad	9637 ₣
- -	Pelzerrad	5700 -
- -	Winterrad	5323 -
- -	Schielerad	6063 -

Für das Geißlerrad auf der Grube Shamrock werden monatlich 1300 ₣, also jährlich 15000 ₣ Betriebskosten angegeben.

81. **Manometrischer Wirkungsgrad einiger Schleuderräder.** — Eine zur Prüfung von Ventilatoren eingesetzte belgische Kommission hat den manometrischen Wirkungsgrad der Systeme Guibal, Capell, Ser und Rateau ermittelt, nachdem eine Umrechnung aller Resultate auf 35 m Umfangsgeschwindigkeit stattgefunden hatte. Dabei hat sich ergeben, daß ein

1) R. Wabner in Berg- u. H.-Zeitg. 1889, S. 312. — Hauptbericht d. Schlagw.-Komm. Bd. V, S. 10 ff.

2) Glückauf. Essen 1893, S. 220.

Guibal von nur 5,8 m Durchmesser, obgleich er auf einer Grube mit großem Wetterquerschnitte (1,96) arbeitet, günstigere Resultate, nämlich einen manometrischen Wirkungsgrad von 0,604 ergibt, als die größeren Exemplare von 9 bis 12 m Dm., ein Beweis für die Richtigkeit der von der Preuß. Schlagwetterkommission ausgesprochenen Ansicht (S. 770, 771), daß die Guibalräder auf den meisten Gruben im Verhältnis zur äquivalenten Öffnung zu groß gebaut werden. Der höchste manometrische Wirkungsgrad betrug bei Rateau 0,907, bei Ser 0,724, bei Capell 0,500<sup>1)</sup>.

## II. Schraubenräder<sup>2)</sup>.

**82. Schraubenräder für Grubenzwecke.** — Von den wenigen für Grubenzwecke verwendeten Schraubenrädern, über deren Flügelform in 55 näheres gesagt ist, sind die folgenden zu nennen:

Das Schraubenrad von Lesoinne<sup>3)</sup>, welches auf den Gruben Grand Bar auf Lüttich und auf dem Antonischachte bei Wittkowitz<sup>4)</sup> in Betrieb war.

Dinnendahls Schraubenrad, mit 2,5 m Durchm., 0,6 m Breite und 8 Flügeln für die Zeche Hannover in Westfalen ausgeführt<sup>5)</sup>.

Kaselowskys Schraubenrad, auf Zeche Borussia in Westfalen seit 1877, außerdem auf Zeche Siebenplaneten bei Dortmund und auf den Borsigischen Kohlengruben bei Biskubitz O./S. in Gebrauch, hat ein Rad mit 12 Blechflügeln und einem schmiedeeisernen Kranze. Das Rad der Zeche Borussia hat 5,5 m Durchm. und liefert mit 400 Umläufen 13,33 cbm Luft in der Sekunde bei 33 mm Depression.

## III. Kolbenmaschinen<sup>6)</sup>.

**83. Nichttrundlaufende Kolbenmaschinen.** — Die Wirkungsart der Kolbenmaschinen als Volummaschinen wurde schon oben (54) erwähnt. Hinzuzufügen ist noch, daß bei den eigentlichen, nichttrundlaufenden, den Hüttengebläsen entsprechenden Kolbenmaschinen die Ventile und der schädliche Raum besonders bei geringer Depression den Wirkungsgrad sehr herabsetzen.

Die bekanntesten Maschinen dieser Art sind:

1) Die Kolbenmaschine auf Grube Espérance bei Lüttich<sup>7)</sup>.

1) Glückauf. Essen 1893, S. 219.

2) A. Devillez, Ventilation des mines. Mons 1875, S. 321—350.

3) v. Hauer a. a. O. S. 157.

4) Österr. Zeitschr. 1870, Nr. 3.

5) Anlagen zum Hauptbericht der Preuß. Wetterkommission. Bd. 2, S. 117.

6) A. Devillez a. a. O. S. 384.

7) Ponson, Steinkohlenbergbau, S. 330.



2) Diejenige von Mahaux<sup>1)</sup>. Auf jeder Seite einer Dampfmaschine liegt ein gemauerter, mit Brettern verkleideter Kasten von 4 bis 5 m Seite, der an einem Ende offen und am andern mit Ventilen versehen ist. Die Dampfkolbenstange trägt den großen hölzernen, an eisernen Kreuzen befestigten Windkolben, in dem sich vier Klappen befinden.

3) Die Kolbenmaschine auf Navigation Colliery in Wales<sup>2)</sup>. Dieselbe hat zwei doppelwirkende Windkästen von 9,4 m Breite und 6,9 m Höhe, deren untere Hälfte mit Saugklappen versehen und mit dem Wetter-schachte verbunden ist, während die von den massiven Kolben angesaugte Luft durch auswärts stehende Klappen in der oberen Hälfte der Wind-kästen ausgeblasen wird.

4) Kolbenmaschinen mit Wasserluderung oder Glockenmaschinen. Als Typus dieser Maschinen kann der in 87 beschriebene Harzer Wettersatz gelten, welcher gegen Ende des vorigen Jahrhunderts zuerst auf der Grube Sarepta bei Clausthal angewendet wurde.

**84. Rundlaufende Kolbenmaschinen.** — Die rundlaufenden Kolbenmaschinen (Wetterräder, pneumatische Räder, nach Reuleaux Kapselräder) sind im wesentlichen vertreten durch die Ausführungen Fabry, Lemielle und Evrard.

Bei allen wird die Luft durch ineinandergreifende Schaufeln partienweise gefaßt und ausgeworfen.

Im allgemeinen ist zu bemerken, daß die Wetterräder in neuerer Zeit immer mehr durch Schleuder-, sowie Schraubenräder verdrängt werden.

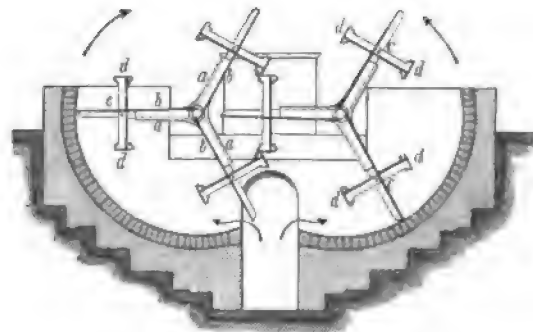


Fig. 655. Fabrysches Wetterrad.

Sie haben diesen gegenüber den Nachteil, daß sie bei Stillständen den Wetterschacht verschließen.

Das Fabrysche Wetterrad<sup>3)</sup> besteht aus zwei Flügelrädern, welche aus drei gußeisernen, auf den Wellen festgekeilten Armen *a* (Fig. 688) zusammengesetzt sind. An den letzteren sind Scheider *b* aus Brettern mit Schrauben befestigt. Mit den Hauptarmen

sind die Querarme *c* aus einem Stücke gegossen. Letztere tragen an ihren Enden epicykloidsche Ansätze *d*, welche mit Brettern verkleidet sind.

1) Preuß. Zeitschr. 1865, Bd. 13, S. 181.

2) Ebenda S. 182.

3) Ponson, Steinkohlenbergbau. II, S. 188. — A. Devillez, Ventilation des mines. Mons 1875, S. 402. — Weisbach, Maschinenmechanik, III, S. 1112. —

Während sich die Flügel gegeneinander bewegen, schöpfen sie aus dem Wetterraume die Luft und werfen sie nach beiden Seiten hin aus, dabei greifen die Epicykloiden derart zusammen, daß der Wetterkanal fortwährend nach außen geschlossen bleibt.

Die größten Abmessungen, über welche man wegen der schwierigen Bauart nicht hinausgehen kann, sind 3,35 m Durchmesser bei 3 m Flügelbreite. Die gelieferte Luftmenge beträgt bei 26 Umdrehungen und 3,94 qm Schachtquerschnitt 494,4 cbm in der Minute, der Nutzeffekt 60%,<sub>0</sub>.

Das Fabrysche Wetterrad hat ebenso wie das von Lemielle den Nachteil, daß es wegen seiner Bauart auf die Dauer nicht haltbar genug ist. Durch das Verziehen der Bretter klemmen sich die Flügel; die Zahnräder, mittels deren die Bewegung der Maschine auf das Wetterrad übertragen wird, stoßen sich oder laufen aus und zerbrechen, sodaß man die Zahl der Umdrehungen sehr einschränken muß.

Das Wetterrad von Lemielle<sup>1)</sup> besteht aus einem äußeren festen Zylinder mit Zugangs- und Austrittskanal, in welchem sich exzentrisch eine mit Flügeln versehene Trommel um eine Welle dreht. Dieses Wetterrad ist schwieriger zu bauen und kostspieliger, als das Fabrysche, und steht demselben in der Leistung nach.

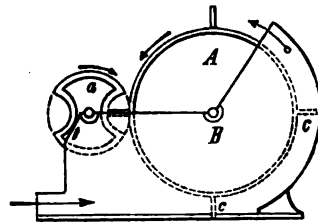


Fig. 689. Evrards Wetterrad.

Das Wetterrad von Evrard<sup>2)</sup>. — Zwei gleichlange Zylinder A und a (Fig. 689) von ungleichem Durchmesser befinden sich in einem Gehäuse B und drehen sich mit gleicher Peripheriegeschwindigkeit, wobei sie sich entweder mit ihren Umfängen, oder so berühren, daß vier Schaufeln c in die Vertiefungen des kleinen Zylinders greifen. Drehen sich die Zylinder in der Richtung der Pfeile, so wirkt das Wetterrad saugend, im andern Falle blasend.

### c. Apparate zur Bewetterung einzelner Grubenbaue<sup>3)</sup>. (Sonderbewetterung.)

**85. Wetterhut.** — Ein sehr einfacher Apparat zur Bewetterung einzelner Grubenbaue ist der Wetterhut, d. i. ein Kasten von Holz oder Blech, welcher auf eine im Schachte eingebaute Lutte gesetzt und

*Annales des travaux publics etc.* XI, S. 273; XV, S. 21. — Serlo, *Bergbaukunde*, 1884. II, S. 401.

1) *Ann. des trav. publ.* Vol. XV, S. 24; Vol. XVI, S. 120. — Burat, *Matériel des houillères de la France en 1866*. Paris 1867, S. 288. — *Preuß. Zeitschr.* 1865, Bd. 13, S. 183. — A. Devillez a. a. O. S. 414.

2) *Berg- u. Hüttenm. Zeitg.* 1868, S. 207; 1869, S. 121.

3) Foerster, *Separatventilation und ihre Kosten im Jahrb. für d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen*. Freiberg 1882.

gewöhnlich der Windrichtung zugekehrt wird, also blasend wirkt. Man wendet den Wetterhut bei kleinen Schächten an, von denen nur wenige und kurze Strecken ausgehen, kann denselben aber auch zum Saugen einrichten, indem man den Wind durchblasen läßt (Fig. 690). Auch hat

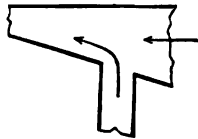


Fig. 690. Saugender Wetterhut.

man wohl (z. B. auf den Schächten der Phosphoritbergwerke bei Ahlbach und Dehrn in Nassau) durch Aufsetzen einer steifen Holz- oder Blechfahne die Einrichtung getroffen, daß der Wetterhut sich bei Veränderung der Windrichtung von selbst dreht<sup>1)</sup>.

**86. Wassertrommel.** — Ein anderer alter, wegen seiner Einfachheit am Harz vielfach angewendeter Apparat ist die Wassertrommel<sup>2)</sup> (Fig. 691). Dieselbe besteht aus einem oben offenen, mit Ausfluß *g* versehenen Holzkasten *e*, in welchem ein zweiter unten offener Kasten *d* (die Glocke) steht. In den letzteren mündet ein, mit zahlreichen, von oben nach unten gerichteten Löchern versehenes Holzrohr *c*. Ein in demselben abstürzender, aus dem Gerinne *a* in den Wasserkasten *b* geführter Wasserstrom saugt durch die Löcher Luft ein, zerstäubt auf dem Klotze *f* und gelangt durch die Öffnungen *i* nach dem Ausflusse *g*, welcher in solcher Höhe anzubringen ist, daß der Klotz *f* stets aus dem Wasser hervorragt. Die bei dem Zerstäuben des Wassers freiwerdende Luft sammelt sich in der Glocke und wird durch das Rohr *h* fortgeblasen.

Am vorteilhaftesten wirkt die Wassertrommel bei Gefällhöhen von etwa 5 bis 6 m, dabei beträgt der Nutzeffekt jedoch nur etwa 15%, sodaß das vorhandene Gefälle allerdings vorteilhafter durch Anlage einer Kraftmaschine, in Verbindung mit einem Wetterrade, ausgenutzt werden kann. Dafür haben aber die Wassertrommeln den Vorzug großer Einfachheit und geringer Anlagekosten, sie finden überall im Schachte Platz, ohne daß besondere Maschinenräume u. s. w. hergestellt zu werden brauchen, und sind deshalb für vorübergehende Zwecke, sowie bei Vorhandensein eines Gefälles im Schachte (z. B. wenn Wasser von einer höheren Sohle dem nächst unteren Pumpensatze zufallen), recht zweckmäßig zu verwenden.

Die Leistungsfähigkeit einer solchen Wassertrommel würde sich sehr leicht dadurch erhöhen lassen, daß man das Fallrohr in ähnlicher Weise einrichtete, wie einen Strahlapparat.

**87. Der Harzer Wettersatz.** — In einem feststehenden, mit Wasser gefüllten Fasse *A* (Fig. 692), durch dessen Boden eine mit dem wetternötigen Orte in Verbindung stehende, über den Wasserspiegel emporragende

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 255.

2) Combes, Traité de l'expl. des mines. t. II, S. 504. — Karstens Archiv f. B.- u. H.-Wesen 1829, Bd. 19, S. 518. — Rittinger, Erfahrungen im berg- und hüttenm. Maschinenbau- u. Aufber.-Wesen. Jahrg. 1834, S. 21.

Röhre *B* geht, befindet sich ein mit der Öffnung nach unten gerichtetes, mit Hilfe der Pumpengestänge auf und nieder zu bewegendes Faß (Glocke). Bei blasenden Wettersätzen ist die Glocke im oberen Boden mit nach innen, die durch das untere Faß gehende Röhre mit nach außen klappenden Ventilen versehen. Beim Aufgange der Glocke öffnen sich deren Ventile, und die Luft strömt ein, beim Niedergange schließen sich die Ventile, so daß die Luft durch die Wetterlutte bis vor Ort gelangt. Das Wasser im Fasse dient dabei als Verschuß.

Bei saugenden Wettersätzen ist die Anordnung der Ventile umgekehrt.

Die Harzer Wettersätze sind einfach,

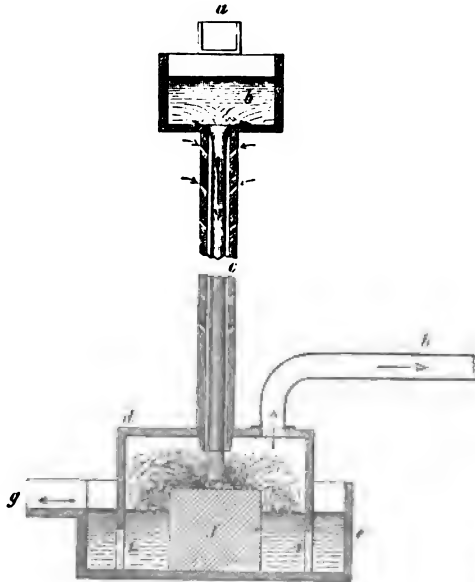


Fig. 691. Wassertrommel.

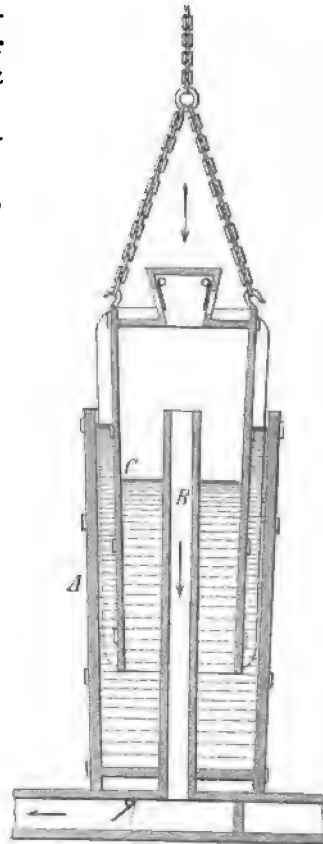


Fig. 692. Harzer Wettersatz.

billig, und bei genügender Größe in Verbindung mit Wetterlутten aus Zinkblech zum Betriebe von Strecken bis 1000 m Länge verwendet worden<sup>1)</sup>.

**88. Benutzung eines Wasserstrahles.** — Auch Wasser wird zur Bewetterung benutzt, indem man es nach Art der Wassertrommeln, beziehungsweise der Strahlapparate, wirken läßt. Wie dies vor Ort eines Quer-

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1861, S. 107.

schlages auf der Grube Rheinpreußen geschehen ist, wurde bereits auf S. 192 beschrieben.

Auf dem Zink- und Bleierzbergwerke Mühlenbach im Bergreviere Wied<sup>1)</sup> werden die auf einer oberen Sohle sich ansammelnden Wasser durch eine 18,5 cm weite gußeiserne Röhre, welche etwa zur Hälfte ausgefüllt ist, bis in den Sumpf der tiefsten Sohle geführt, wo sie von den Schachtpumpen aufgenommen werden. Auf der tiefsten Sohle mündet in die Abfallröhre mit einer Umbiegung nach unten eine 6 cm weite horizontale Röhre und ist über 100 m weit bis vor Ort der Tiefbaustrecke geführt, wo sie in eine trichterartige Erweiterung endigt. Durch das in der ersten Röhre herabfallende Wasser wird aus der trichterähnlichen Erweiterung der Wetterröhre die Luft angesaugt und ein sehr lebhafter Wetterwechsel in der Strecke hergestellt.

Auf Ottoschacht bei Ösede bewetterte man die unterirdische Maschinenstube, indem man aus derselben die warme Luft mit Hilfe eines saugenden Strahlapparates entfernte und hierzu Wasser aus der Druckröhre der Wasserhaltungsmaschine entnahm.

Auf der Grube Rosenhof bei Clausthal besteht der Strahlapparat aus einer einfachen, in dem vorderen trichterförmig erweiterten Wetterluttene eingebauten Messingdüse. Der Überdruck des Wassers beträgt bei einem Ort 7, bei einem zweiten 5 Atmosphären; der Wasserverbrauch stellt sich auf 8,5 bzw. 11 l in der Minute. Bei einer Luttelänge von 200 m war die Bewetterung des Ortes noch ausgezeichnet.

Wasserstrahlapparate sind bei den niedrigen Betriebskosten (jährlich etwa 120 *M* einschl. Abnutzung) zur Sonderventilation in den Abbau-strecken bei streichendem Pfeilerbau zur Ersparung der Durchhiebe auf Grube König bei Saarbrücken versuchsweise angewendet.

**89. Wettertrommeln.** — Die eigentlichen »Wettertrommeln« (Wettermühlen) sind kleine Schleuderräder von derselben Bauart, wie die zur Bewetterung im großen bestimmten (Ritinger, Dinnendahl, Capell u. s. w.), und werden gewöhnlich mit der Hand gedreht. Die für das Flügelrad nötige Umlaufgeschwindigkeit wird meistens durch Räderübersetzung erreicht.

Die früher am häufigsten angewendete Wettertrommel ist die Rittingersche<sup>2)</sup>, vergl. 58.

Außer derartigen Wettertrommeln, welche die Luft nur von einer Seite einsaugen, gibt es auch zweiseitige, von denen man noch die doppelten Wettertrommeln zu unterscheiden hat. Bei ihnen sind zwei einfache Wettertrommeln so zusammengelegt, daß die Saugöffnung der einen und

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 299.

2) Berggeist 1860, S. 659. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1860, S. 347. — Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen, Bd. 2, S. 403. — Preuß. Zeitschr. 1868, Bd. 16, S. 184.

die Ausblaseöffnung der andern Hälfte mit dem wetternötigen Betriebspunkte durch Lutten verbunden sind, sodaß eine solche Wettertrommel gleichzeitig saugt und bläst.

Ein Beispiel der letzteren Art ist die Wettertrommel von Eckardt<sup>1)</sup>.

Im übrigen sind die Handwettertrommeln nur für vorübergehende Zwecke, nicht aber für dauernde Sonderbewetterung in Schlagwettergruben brauchbar.

1) Pelzersches Handrad. — Das ältere Pelzersche Handrad (Fig. 693), bei welchem schraubenförmig wirkende Schaufeln schräg auf einen flachen Konus von Eisenblech genietet sind, kostet bei 450 mm Durchmesser 125 *M* und, wenn es saugend und blasend wirkt, 160 *M*.

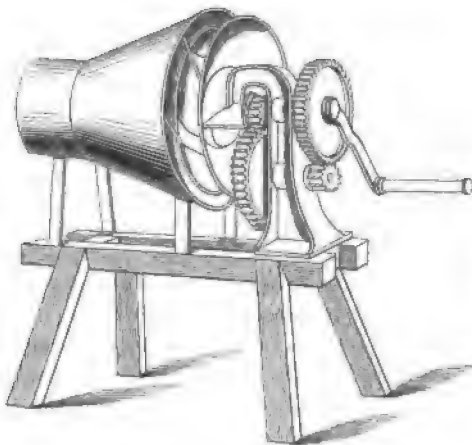


Fig. 693. Pelzers Handrad.

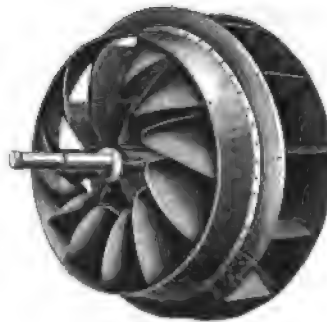


Fig. 694. Neuere Pelzerrad.

Im Mansfeldschen, sowie im Rammelsberge bei Goslar saugten derartige Pelzerräder von 300 mm, bzw. 450 mm Flügeldurchmesser die Wetter mit Lutten bis auf 200 m Entfernung und drückten sie 200 bis 300 m blasend fort<sup>2)</sup>.

Auch das neuere Pelzerrad mit Schöpfschaufeln, Fig. 694 (vergl. 70), wird zur Sonderbewetterung gebraucht.

2) Wettermaschine von Root (Roots blower). In den Bauen der Bismarckschächte auf Grube König in Oberschlesien<sup>3)</sup>, zum Betriebe des Schlüsselstollens in Mansfeld, sowie auf mehreren westfälischen Zechen (Mansfeld, Helene Amalie) hat man sich mit Vorteil des Gebläses von Root (Roots blower) bedient. Dasselbe besteht aus zwei Flügelrädern *AA*

1) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 6, S. 79.

2) Ebenda 1882, Bd. 30, S. 255.

3) Ebenda 1876, Bd. 24, S. 167.

(Fig. 695)<sup>1)</sup> von Lindenholz, welche sich innerhalb des flachzylinderförmigen Gehäuses *d* bewegen, indem ihre Wellen *cc* mittels zweier Räderpaare *aa*

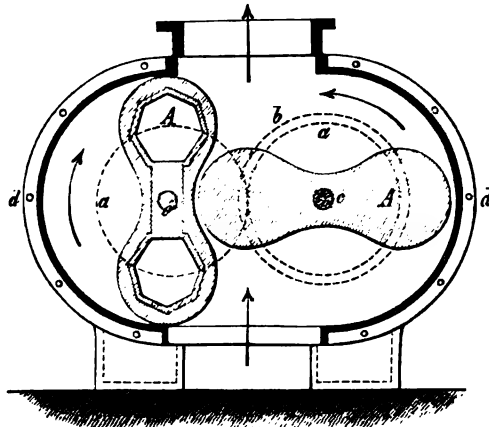


Fig. 695. Roots blower.

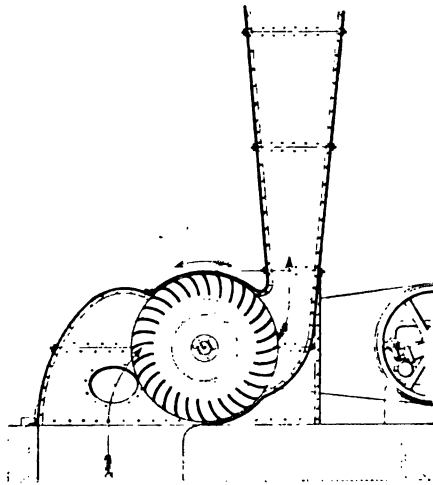


Fig. 696. Schleuderrad von Mortier.

gekuppelt sind und die Bewegung durch die Riemenscheibe *b* erhalten. Sowohl die Flügel *A*, wie die innere Wandung des Gehäuses, sind mit einer dünnen Schicht einer konsistenten Schmiere (Unschlitt mit etwas Wachs) überzogen, wodurch man bei geringer Reibung einen guten Anschluß erreicht, selbst bei nicht vollkommen genauer Flügel- und Gehäuseform.

Die Breite der Flügelräder beträgt 2 m, ihr Durchmesser 0,9 m, sie werden mit großer Geschwindigkeit, 200 bis 550 mal in der Minute umgedreht und liefern einen beständigen Luftstrom von beträchtlicher Pressung.

Auf Königsgrube O. S. hat man im Jahre 1875 mit einem Roots blower drei Strecken von je 120 m getrieben, ohne daß Reparaturen an der Wettermaschine erforderlich gewesen wären. Die runden blechernen Lutten hatten eine Weite von 13 cm.

3. Endlich ist das auch von Emil Wolff in Essen (Ruhr) gebaute Mortierrad (Fig. 686, 687 und 696) als Handwettertrommel zu gebrauchen.

## 90. Mechanisch betriebene Wettermaschinen für Sonderbewetterung. —

1) Anwendung von Preßluft. Auf Grube Dudweiler bei Saarbrücken hat man kleine, mit Preßluft betriebene Wettermaschinen des Systems Ser

1) Rittinger, Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinenbau u. Aufbereitungswesen.

73) aus der Fabrik von G. Pinette in Chalons-sur-Saône mit direkt angreifenden Kolbenmaschinen<sup>1)</sup> angewendet. Es hat sich jedoch bei fortgesetzten Versuchen ergeben, daß derartige Maschinen nicht allein teuer arbeiten, sondern im Betriebe unzureichend sind, weil sie bei den, durch die Weite der Grubenräume bedingten geringen Durchmessern des Flügelrades (50 bis 70 cm Durchmesser) auf die Dauer und ohne Störungen nicht imstande sind, mit großer Geschwindigkeit zu laufen. Die neuesten Ventilatoren von 50 cm Flügeldurchmesser werden deshalb auf Grube Reden durch eine kleine stehende Betriebsmaschine von 88 mm Zylinderdurchmesser und 80 mm Hub und mit einer, durch zwei Riemenscheibenpaare bewirkten Übertragung von 1 : 4 angetrieben, kosten 900  $\text{M}$  und haben sich gut bewährt.

2) Antrieb mit Wasser. Das erste Turbinenrad mit direktem Antriebe wurde von Franz zur Nedden vorgeschlagen (D. R. P. Nr. 11630). Auch Geisler in Düsseldorf (D. R. P. Nr. 28586) und Pelzer in Dortmund liefern derartige Maschinen.

Auf Grube König bei Neunkirchen haben sich die Ser-Ventilatoren auch bei Antrieb mit Wasser bewährt. Sie werden dort mit Peltonrädern<sup>2)</sup> von 300 mm Durchmesser verbunden, dieselben machen gleichmäßig 1700 Umdrehungen, die Ser-Ventilatoren, welche mit Stufenscheiben angeschlossen sind, nach Erfordernis 750 bis 1000 Umdrehungen. Ein derartiger Apparat kostet 1200  $\text{M}$ , davon entfallen 400  $\text{M}$  auf die Turbine. Der Überdruck des Druckwassers beträgt 11 bis 18 at., je nach der Bausohle.

Einen großen Einfluß auf die Leistung derartiger Ventilatoren, welche fast durchweg stehende sind, haben die Lutten (102). Dieselben dürfen unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht weniger als 30 cm lichte Weite haben. Am besten haben sich Lutten von verzinktem Eisenblech mit  $1\frac{1}{2}$  bis 2 mm Wandstärke und Flantschen oder mit Wirtzscher Patentverbindung bewährt. Diese Verbindung besteht aus einem federnden, mit Segeltuch unterlegten Eisenblechbande, welches mittels Keilverschluß um die stumpf zusammengestoßenen Luttenenden fest umgelegt wird. Die Wetterverluste in diesen Luttensträngen betragen bei 100 m Länge 25 %, auf 200 m 50 %, auf 300 m 65 %, auf 400 m 74 %, auf 500 m 76 %, während sie sich bei den alten Zinkblechlutten mit Muffenverbindung bei 100 m Länge bereits auf 50 %, bei 200 m auf 65 % stellen.

3) Elektrischer Antrieb. Zum Betriebe einer unterirdischen Wettertrommel hat man zum erstenmale auf dem Königl. Sächsischen Steinkohlenwerke bei Zaukeroda elektrische Kraftübertragung benutzt. Eine über Tage stehende Betriebsdampfmaschine treibt eine Siemenssche elektrodynamische Rotationsmaschine (Primärmaschine), von welcher aus der

1) Preuß. Zeitschr. 1890, Bd. 38, S. 286. — Glückauf. Essen 1895, S. 1211.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1890, Nr. 254, Taf. IV, Fig. 9; 1896, S. 124, Taf. II, Fig. 2—4.



erzeugte elektrische Strom mittels Kupferdrahtes in die Grube geleitet und der an die Wettertrommel angekuppelten Sekundärmaschine zugeführt wird. Die Leitung ist im ganzen 780 m lang, der Kupferdraht 7,35 mm dick, die Nutzleistung der gesamten elektrischen Übertragung dabei = 50,4 %<sup>1)</sup>. Eine ähnliche Einrichtung wurde auch 1885 auf der Ver. Mathildengrube O./S. getroffen<sup>2)</sup>.

## 8. Kapitel.

### Bewetterung der Grubenbaue.

**91. Allgemeines.** — In Schlagwettergruben erfordert die Bewetterung einzelner Grubenbaue, insbesondere der Querschläge, Grundstrecken und Abbaustrecken, eine weit größere Sorgfalt, als in schlagwetterfreien Gruben. Beim Strebau wird das Flötz nur am Strebstoße und in den wenigen Sohlenstrecken entgasen, da aber diese Räume leicht mit einem kräftigen Teilstrome<sup>3)</sup> frischer Wetter gereinigt werden können, so erfordert vor allen Dingen der Pfeilerbau während der Vorrichtung eine sorgfältige Bewetterung, weil dabei eine starke Entgasung der Kohle stattfindet.

Diese Bewetterung ist um so wichtiger und muß um so zweckmäßiger und billiger eingerichtet werden, je größer die Anzahl der zu bewetternden Strecken ist.

**92. Bewetterung mit Durchhieben.** — Die einfachste, aber auch unvollkommenste Bewetterung der Abbaustrecken beim streichenden Pfeilerbau besteht in dem Herstellen von Aufhauen oder Durchhieben bzw. Wetterbohrlöchern. Der Wetterstrom geht von der Grundstrecke nacheinander durch sämtliche Aufhauen und schließlich in die Wetterstrecke. Da die Örter selbst hierbei nur durch die Diffusion der Gase, also sehr mangelhaft, mit Wettern versorgt werden, so vervollkommnet man die Methode zunächst in der Weise, daß man von jedem Durchhiebe ab Wetterscheider, bzw. Wettergardinen (s. diese), bis dicht vor Ort führt, und so die Wetter zwingt, das Ort unmittelbar zu bestreichen, bevor sie durch den nächsten Durchhieb zur nächst höheren Strecke geführt werden.

Diese Methode hat mehrere Nachteile. Der erste, welcher darin besteht, daß der Wetterteilstrom vielfache Krümmungen zu durchlaufen hat,

1) Preuß. Zeitschr. 1883, Bd. 31, Litt. S. 61. — B. R. Foerster im Jahrbuch f. d. B. u. H.-Wesen im Königreiche Sachsen 1883.

2) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 264.

3) Glückauf. Essen 1895, S. 1209; 1896, S. 141, 197. — Österr. Zeitschr. 1896, S. 53.

wodurch die Leistungsfähigkeit der saugenden Wettermaschine beeinträchtigt wird, hat allerdings vorwiegend für »enge Gruben« — vergl. 37. — mit weit verzweigten krummen Wettermengen Wichtigkeit, weil dort jeder unnötige Kraftverlust der Wettermaschine vermieden werden muß<sup>1)</sup>.

Der andere Nachteil gilt für alle, auch weite Gruben. Derselbe besteht darin, daß die Wetter eine größere Anzahl Örter nacheinander bestreichen, wodurch sich ihr Gehalt an Schlagwettern von Ort zu Ort vermehrt.

Gleichwohl läßt sich die Bewetterung einzelner Strecken mit Durchhieben und Wetterscheidern bei starker Gasentwicklung nicht umgehen. Wenn man, wie in den Schächten des Ostrau-Karwiner Revieres, bei einer minutlichen Luftzuführung von 300 bis 400 cbm 2 bis 1% Grubengas im ausziehenden Strome hat, so spielen die mit Sonderventilation von Ort gebrachten verhältnismäßig geringen Mengen Luft (nach Uthemann 15 cbm, s. 95) keine große Rolle.

Beim Betriebe einzelner Strecken führt man entweder eine Parallelstrecke mit, sodaß der Wetterstrom in der einen Strecke vor- und nach Passieren eines Durchhiebes in der Parallelstrecke zurückgeht, oder man treibt nur eine Strecke und bewettert das Ort durch blasendes Zuführen von Luft in Lutten oder Wetterscheidern, seltener durch Absaugen.

**93. Sonderbewetterung mit Lutten auf Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg.** — Um die Anreicherung des von Ort zu Ort geführten Teil-

stromes an Grubengas zu vermeiden, hat man auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg folgendes Verfahren eingeschlagen: In der schematischen Fig. 697 ist *W* der Wetterschacht, *A* der ausziehende Wetterstrom, *J* ein Teilstrom in der Grundstrecke, *v* sind dichte Verschlüsse, *t* doppelte Wettertüren. In den durch punktierte Linien dargestellten Lutten *l* gelangen die angesaugten Wetterströme bis vor Ort und sodann durch das demselben zunächst befindliche Aufhauen einzeln zur Wetterstrecke, ohne ein anderes Ort zu berühren. Die Luttenstränge, welche aus Zinkblechröhren, oder, wenn wegen starker Schlagwetterentwicklung

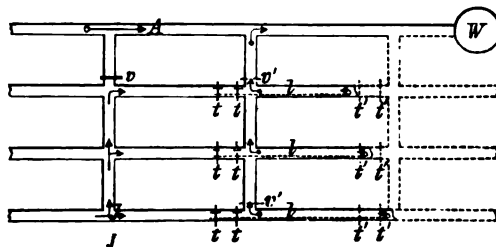


Fig. 697. Sonderbewetterung mit Lutten.

In den durch punktierte Linien dargestellten Lutten *l* gelangen die angesaugten Wetterströme bis vor Ort und sodann durch das demselben zunächst befindliche Aufhauen einzeln zur Wetterstrecke, ohne ein anderes Ort zu berühren. Die Luttenstränge, welche aus Zinkblechröhren, oder, wenn wegen starker Schlagwetterentwicklung

1) Die Größe der Widerstände bei derartiger Wetterführung läßt sich nach der Formel:  $h = \frac{l \cdot u \cdot v^2}{s \cdot v} \cdot C$  berechnen. Darin bedeuten *l* die Streckenlänge, *u* Streckenumfang, *v* Wettergeschwindigkeit, *s* Streckenquerschnitt, *C* nach Murgue 0,0003 für ausgemauerte, 0,0009 für nicht verzimmerte, 0,0016 für verzimmerte Strecken. (Glückauf. Essen 1895, S. 1209. Vortrag von Uthemann auf dem II. Allg. Deutschen Bergmannstage in Hannover.)

viel Wetter nötig sind, aus weiten Holzlutten bestehen, haben eine größte Länge von 50 m. Sobald die Abbaustrecken weiter vorgerückt und in 50 m Abstand vom letzten neue Wetteraufhauen mit der Wetterstrecke in Verbindung gebracht sind, rücken die Wettertüren  $t$  nach  $t'$  vor, die Lutten  $l$  werden ebenfalls verlegt und allmählich mit dem Vorrücken des Ortes wiederum bis auf 50 m verlängert. Selbstverständlich muß dann das letzte Aufhauen bei  $v'$  verschlossen werden. Die Wettertüren  $t$  sind außerdem noch an einer Stelle durchbohrt, um auch den Zwischenraum zu bewettern.

Durch diese Anordnung ist der Vorteil erreicht, daß jedes Ort seine besondere Bewetterung hat, ohne daß die Luttenstränge eine zu große Länge erhalten, was nicht allein wegen der Anschaffung, sondern auch wegen der Erhaltung derselben und zur Vermeidung von Wetterverlusten nötig ist.

Nach einem von Meißner vorgeschlagenen Verfahren (D. R. P. Nr. 46576) läßt man die Wetter in den oben geschlossenen Bremsberg eintreten und versorgt jede Abbaustrecke mit einem Teilstrome, welcher nach dem Bestreichen des Ortes hinter einem Wetterscheider zurückkehrt und in dem Fahrüberhauen nach oben geht, um durch einen um den Kopf des Bremsberges herum geführten Umbruch in die Hauptwetterstrecke zu gelangen.

Das Verfahren erfordert indes lange und schwierig dicht zu haltende Wetterscheider, sodann erschwert es die Beaufsichtigung, sowie die Rettung der vor Ort arbeitenden Belegschaft, wenn nach einer Explosion der Wetterscheider zertrümmert oder die Strecke verbrochen sein sollte.

**94. Verstärkung der Teilstrome.** — Alle Arten der Sonderbewetterung, bei welchen die Wetter mit geringer Geschwindigkeit vor Ort ankommen, haben den Nachteil, daß sie keine innige Mengung der vor Ort sich entwickelnden Grubengase mit den frischen Wettern ermöglichen. Das letztere ist aber insofern wichtig, als es feststeht, daß sich das Grubengas bei inniger Mengung trotz seines geringen spezifischen Gewichtes schwer von der atmosphärischen Luft trennt, auch dann nicht, wenn die Wetter, was bisweilen nicht zu vermeiden ist, abwechselnd auf und ab geführt werden.

Um nun jene Mengung zu erreichen und um überhaupt die den einzelnen Betriebspunkten zuzuführenden Wettermengen zu vergrößern, bläst man entweder Preßluft direkt vor jedes Ort, oder man wendet Strahlapparate und mechanische Ventilatoren an, welche dem einfallenden Strome Wetter entnehmen und den einzelnen Betriebspunkten mit erhöhter Geschwindigkeit zuführen. Im ersteren Falle findet eine direkte Vermehrung des ausziehenden Stromes um die eingeblasene Luftmenge statt. Im andern Falle wird die Hauptwettermaschine durch Hilfsmaschinen in der Weise unterstützt, daß die Geschwindigkeit des einziehenden Wetterstromes und damit dessen Menge entsprechend vergrößert wird. Die Entnahme von Teilstromen muß an solchen Stellen geschehen, wo der Hauptstrom noch nicht mit Grubengas in nennenswerter Menge vermischt ist.

**95. Direktes Einblasen von Preßluft<sup>1)</sup>.** — Dies geschieht mit Hilfe von Luftkompressoren und eines Röhrensystems, welches mit großem Durchmesser beginnt und in den letzten Abzweigungen mit Gasröhren endigt. Aus diesen bläst die Luft vor Ort mit großer Geschwindigkeit aus und bewirkt durch den dabei erzeugten Wirbel eine innige Mischung mit dem Grubengas. Mit dem Ausblasen der Luft sind noch die Vorteile verbunden, daß eine wohlthätige Abkühlung der Grubenwetter erzielt wird, daß man Gasröhren leicht dicht halten kann und daß dieselben keinen Zerstörungen ausgesetzt sind.

Dagegen hat eine solche direkt blasende Verwendung von Preßluft auch wesentliche Nachteile<sup>2)</sup>. Abgesehen davon, daß die auf Pressung der Luft verwendete Arbeit fast ganz ohne Nutzleistung verloren geht und daß 1 cbm von 0 Atm. Überdruck zwischen 0,17 bis 0,35  $\mathcal{R}$  kostet<sup>3)</sup>, ist die Menge der auf diese Weise vor Ort geführten Luft eine sehr geringe und beträgt nach den von v. Steindell angestellten Versuchen selbst bei 5 mm Düsenöffnung und 3 Atm. Pressung nur 1,224 cbm in der Minute. Sollten also alle, nicht im Hauptwetterstrom liegenden Arbeitspunkte einer größeren Grube auf diese Weise bewettert werden, so müßte die Leistung der Luftpreßmaschinen eine sehr große sein.

Nach Uthemann<sup>4)</sup> ist der Bedarf für ein Ort in Saarbrücker Gruben, also bei mäßiger Gasentwicklung, 15 cbm in der Minute. Ein Kompressor, der das Doppelte leistet, gehört schon zu den größeren, folglich kann man mit einem solchen nur zwei Örter mit Wetter versorgen. Das direkte Ausblasen von Preßluft ist deshalb viel zu teuer und unzweckmäßig.

**96. Anwendung von Strahlapparaten.** — Die Ausnutzung der Preßluft ist eine weit bessere, wenn man sie nicht vor Ort unmittelbar aus den Leitungsröhren treten, sondern zuvor durch einen im Hauptwetterstrom eingeschalteten Strahlapparat, etwa durch den für diese Zwecke sehr geeigneten Körtingschen (Fig. 667), strömen läßt, und sie von da aus in Lutten bis vor das zu bewetternde Ort führt. Dabei wird noch ein großer Teil der vom Apparate außer der Preßluft aus dem Hauptwetterstrom angesaugten Luft dem Orte zugeführt<sup>5)</sup>. Mit 1 cbm vom Kompressor angesaugter und auf 5 at. verdichteter Luft kann man bei genügender Weite der Lutten unter Anwendung von Strahlgebläsen 8 bis 12 cbm Wetter vor Ort bringen.

1) A. Devillez, Ventilation des mines. Mons 1875, S. 468.

2) v. Steindell im Jahrb. f. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen. 1884, S. 80. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 28.

3) B. Otto, Schlagwetter und kein Ende der Forschung. Berlin 1886, S. 51.

4) Glückauf. Essen 1895, S. 1210.

5) v. Steindell, Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen. 1884, S. 81. — Hauptbericht der Preuß. Schlagwetterkomm. Berlin 1887, S. 204. — Harzé, Des mesures à prendre etc. S. 106, 107.

v. Steindel steckte die 17 mm weite Gasröhre einfach 50 cm weit in die offene Zinklutte. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß mit dem Körtingschen Apparate sowohl die Geschwindigkeit, als auch die Menge der ausgeblasenen Luft größer war und zwar auf den Zechen Maria bei Höngen und Hansa<sup>1)</sup> bei Dortmund um fast ein Drittel.

Nach den Angaben der Fabrik werden durch die Strahlapparate, gegenüber dem einfachen Ausblasen in Lutten, bei kurzen Lutten 20%, bei 100 m langen Lutten 50%, bei längeren Lutten 100% an Luft mehr beschafft, sodaß die gleiche Luftpreßmaschine für annähernd den doppelten Betrieb genügt. Für 3 at. Überdruck der Preßluft und ganz geöffnete Eintrittsdüsen soll die Leistung dreißigmal so groß sein, als die Menge der ausströmenden Preßluft.

Nach Harzé<sup>2)</sup> beträgt der Kohlenverbrauch bei Anwendung der Körtingschen Strahlgebläse 3,2 bis 3,6 mal so viel, als bei einem Guibalrade, gleiche Erzeugung von Luftmengen vorausgesetzt. Ferner stellte sich in den Gruben Gosson und Sars-Berleur die relative Leistung des Körtingschen Strahlgebläses auf nur 8,3 bis 10,9%, diejenige eines Guibal zu 30 bis 36% angenommen. Trotzdem ist das Körtingsche Strahlgebläse wegen seiner Einfachheit und großen Bequemlichkeit beim Gebrauche auch in Belgien sehr beliebt.

Die von B. Otto mit gepreßten Wasserstrahlen angestellten Versuche ergaben recht günstige Resultate. Bei nur 1,8 Atmosphären Überdruck des Wassers wurden u. a. in einem 66 m langen Querschlage in 225 mm weiten Lutten und bei 3 mm Düsenöffnung 9,45 cbm Luft mit 218 m Geschwindigkeit zugeführt, während für gewöhnlich nur 7,37 cbm Luft mit 170 m Geschwindigkeit zuströmten. Bei 102 m langer Leitung gelangten unter denselben Voraussetzungen 7,82 cbm mit 180,5 m Geschwindigkeit, gegenüber 5,64 cbm mit 130 m Geschwindigkeit ohne Wassereinspritzung, zum wirksamen Austritte.

Das Verfahren ist einfach und billig und wird sogar in solchen Fällen in Betracht zu ziehen sein, wo das verbrauchte Wasser der Wasserhaltungsmaschine zur Last fällt, vorausgesetzt, daß die Zahl der zu bewetternden Betriebe, bezw. die erforderliche Wassermasse und die Schachttiefe keine erhebliche ist.

Auf der Grube Cons. Melchior bei Waldenburg ist bei etwa 22 m Teufe ein Körtingscher Wasserstrahlapparat aufgestellt, welchem das Wasser vom Tage herein durch ein 75 mm weites Rohr zugeführt wird. An das Ausblaserohr des Apparates sind hölzerne Lutten von 0,5 m Weite angeschlossen, welche erst 80 m im Schachte seiger, dann etwa 600 m streichend und darauf 300 m schwebend geführt sind. Die Lutten sind in den Fugen durch geteertes Papier und übergangenagelte Leisten gedichtet. Bei einem

1) Glückauf 1884, Nr. 25.

2) Harzé, Des mesures à prendre etc. S. 95.

Wasserverbrauche von 6,75 cbm in einer Stunde wurden in einer Minute 46,88 cbm Luft angesaugt und am Ende der Lutten 30,4 cbm ausgeblasen. Das Heben von 6,75 cbm in der Stunde auf 220 m Höhe stellt eine Nutzleistung von 5,5 Pferdekraften dar, womit rund 30 cbm Wetter in der Minute auf 900 bis 1000 m Entfernung geliefert werden<sup>1)</sup>.

Um das Zerstäuben des Wassers herbeizuführen, und die Oberfläche, welche zum Ansaugen der Luft dient, im Vergleiche zu einem gebundenen Wasserstrahle, zu vergrößern, hat Körting in die Treibdüse eine Spirale, s. Fig. 698, eingesetzt, wodurch das Wasser eine drehende Bewegung erhält und in Gestalt eines Kegelmantels aus der Düse tritt.

Eine ähnliche »Strahldüse« liefert auch die Armaturenfabrik »Westfalia« in Gelsenkirchen i. W.

Außerdem finden zu demselben Zwecke die 19. erwähnten Zerstäuber, besonders der Viktoria-Ventilator<sup>2)</sup>, vorteilhafte Verwendung.

Auch auf der Grube König bei Neunkirchen sind Wasserstrahlapparate wegen der geringen Betriebskosten (jährlich etwa 120  $\mathcal{M}$  einschl. Abnutzung) zur Sonderbewetterung in den Abbaustrecken bei streichendem Pfeilerbau zur Ersparung der Durchhiebe versuchsweise angewendet.

Bei der in Westfalen eingeführten Sonderbewetterung hat sich ergeben, daß bei kurzen Entfernungen und für einen Bedarf von nicht über 60 cbm pro Minute Düsen und Strahlapparate für die meisten Fälle der Sonderbewetterung genügen, besonders aber die Wasserdüsen, nur müssen sie der größeren Betriebssicherheit und der geringeren Abnutzung wegen mit reinem Wasser gespeist werden. Über 60 cbm hinaus werden Düsen und Strahlapparate von den Ventilatoren übertroffen<sup>3)</sup>.

**97. Regeln für eine gute Wetterführung.** — Zur Führung des Wetterstromes dienen vor allem die Grubenbaue selbst, sodann die Wettertüren, Wetterlutten, Kanäle, Wetterscheider und Wettergardinen. Als eine der wichtigsten Regeln für eine gute Wetterführung gilt, daß die einfallenden Wetter zunächst bis zum tiefsten Punkte gelangen, von hier aus aber stets in aufsteigender Richtung geführt werden.

Bei schlagenden Wetter ist der Abbau mit breitem Blick vorzuziehen, weil bei einem solchen in abgesetzten Stößen die Wetter sich leicht in den Ecken ansammeln.

Wenn durch den Abbau hohle Räume entstehen, welche entweder gar nicht, oder durch das Einbrechen des Hangenden nur teilweise angefüllt

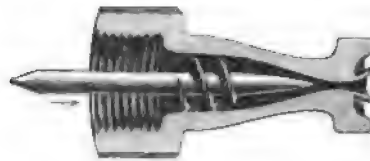


Fig. 698. Treibdüse zum Körtingschen Wasserstrahlapparat.

1) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 263.

2) v. Hauer, Wettermaschinen. Leipzig 1889, S. 170, Fig. 165.

3) Glückauf. Essen 1901, S. 995.

werden, so bilden dieselben gefährliche Sammelräume für die schlagenden Wetter, welche bei niedrigem Barometerstande, oder auch durch schließliches Einbrechen des Hangenden, in großen Massen und plötzlich in die Baue getrieben werden.

Sodann soll man die Wetter derart leiten und verteilen, daß sie an alle wetternötigen Punkte gelangen und daß unterwegs weder direkte Verluste (undichte Schachtscheider bei dem Einschachtsysteme, große abgebaute Räume), noch Verluste durch vergrößerte Widerstände (Verengungen und scharfe Biegungen in den Strecken, ungenügender Querschnitt des ausziehenden Schachtes u. s. w.) vorkommen können.

**98. Teilung des Wetterstromes.** — Ein ferneres wichtiges Mittel, die Wetterführung möglichst zu vervollkommen, ist die Teilung des Hauptwetterstromes in der Art, daß man denselben nicht der Reihe nach durch sämtliche Baue führt, sondern jedem Flötz, bzw. jeder Abbausohle, sowie dem Pferdestalle und Wetterofen, einen selbständigen Teilstrom zuführt. In England hat man auch diese Teilströme weiter geteilt, indem man jedem Abbaufelde (panel, Seite 318), welches von den benachbarten durch Pfeiler getrennt gehalten wird, einen besonderen Wetterstrom zuführt. Nach dem Bestreichen der Abbaufelder vereinigen sich die Teilströme in besonderen Strecken und ziehen schließlich in einer gemeinschaftlichen Hauptwetterstrecke zum ausziehenden Schachte.

Die Teilung des Wetterstromes hat außer den bereits oben (35) erwähnten Vorteilen noch denjenigen, daß die in dem einen Abbaufelde aufgenommenen Gase nicht in die andern mitgeführt werden. Endlich werden die Folgen einer Explosion mehr eingegrenzt, vorausgesetzt, daß nicht die Mittel, mit denen man die Teilung bewirkt hat (Wettertüren, Wetterkreuzungen u. s. w.) zertrümmert werden.

**99. Die Wettertüren** sind zu unterscheiden in solche, welche lediglich die Richtung des Wetterstromes verändern, und in solche, welche denselben teilen sollen.

Die ersteren bestehen meistens aus Holz, schließen die Strecke dicht ab und sind in einem hölzernen oder eisernen Rahmen befestigt, welcher entweder an den Streckenstößen direkt abgedichtet oder eingemauert ist. Eine Tür der letzteren Art, wie sie auf Zeche Dorstfeld bei Dortmund in Gebrauch ist, zeigt Fig. 699 und 700. Die Tür ist am Rande noch mit einer 5 cm breiten Kautschukdichtung versehen.

Damit die Türen von selbst zufallen, sind sie entweder mit Gewichten oder Federn versehen, oder sie sind schräg gestellt.

Damit jedoch der Wetterstrom durch das Öffnen der Türen nicht gestört wird, muß man deren in Hauptförderstrecken immer zwei, bisweilen sogar drei hintereinander anbringen, und zwar in solchen Entfernungen, daß die eine Türe eben geschlossen ist, wenn der Schlepper bzw. der Wagenzug die andere Türe erreicht.

Außerdem gilt als Regel, daß sich die Wettertüren nach dem Einziehstrome hin öffnen müssen. Dort, wo durch Zerstörung von Wettertüren Kurzschlüsse herbeigeführt und damit ganze Bauabteilungen außer Bewetterung gesetzt werden können, müssen eiserne Türen in starken Mauerahmen verwendet werden.

Die Wettertüren zur Teilung des Wetterstromes sind am einfachsten so eingerichtet, daß sie nicht dicht schließen. Vollkommener sind Türen mit Öffnungen von bestimmter Größe, welche mit einem Schieber versehen sind.

Gewöhnlich legt man in schlagwetterfreien Gruben derartige Wettertüren in den ausziehenden Strom, also z. B. an eine Stelle, wo ein Teilstrom das Abbaufeld (Flötz, Abbausohle u. s. w.) verläßt. In Hauptförderstrecken sind Wettertüren hinderlich, während es in Bezug auf die Teilung der Wetter gleichgültig ist, ob die Durchgangsöffnung sich am Eingange oder am Ausgange befindet<sup>1)</sup>.

In Schlagwettergruben hat die Verteilung der Wetter im ausziehenden Strome den großen Nachteil, daß dadurch die zur Ausführung von Rettungsarbeiten meist notwendig werdende stärkere Zuführung frischer Wetter nach dem Explosionsherde verhindert wird und daß sich bei plötzlichen Ausbrüchen von Grubengas Stauungen von schlagenden Wettern bilden können, welche unter Umständen bis zum Füllorte gehen und Veranlassung zu großem Unglücke sein können<sup>2)</sup>. Die Katastrophe, welche sich im Jahre 1865 auf dem Schachte St. Catharina der Kohlengrube Midi de Dour in Belgien ereignete und 57 Mann das Leben kostete, war auf diese Weise zu Stande gekommen<sup>3)</sup>. Wo deshalb plötzliche Gasausbrüche oder überhaupt eine starke Gasentwicklung zu erwarten sind, dürfen die Teilungstüren nur in den einziehenden Strom gelegt werden<sup>4)</sup>.

**100. Wettergardinen.** — In Abbaustrecken bedient man sich anstatt der Wettertüren auch wohl der Wettergardinen aus geteertem Segeltuche, Hanf oder Jute. Dieselben sind billiger, aber weniger haltbar, als Türen und außerdem feuergefährlich.

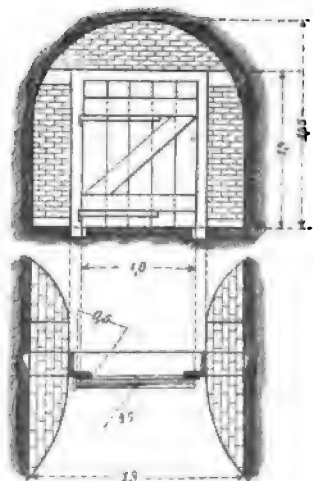


Fig. 699.  
Fig. 700.  
Wettertüre.

1) Berg- u. Hüttenm.-Zeitg. 1865, Nr. 27, S. 142.

2) Demanet a. a. O. S. 361.

3) Vergl. auch Harzé, Des mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grisou. Bruxelles 1885, S. 26.

4) Expl. et régl. des mines à grisou. II. Angleterre, S. 113.



**101. Sicherheits- und Rettungstüren.** — Außerdem werden auch Sicherheitstüren<sup>1)</sup> angewendet, welche durch den Druck auf eine Feder geschlossen werden können, wenn die Hauptwettertüren zertrümmert sein sollten, sowie selbstschließende Wettertüren<sup>2)</sup>, welche sich auf den Zechen Henriette und Luise Tiefbau<sup>3)</sup> bei Barop gut bewährt haben sollen, endlich Rettungstüren, wie in St. Etienne<sup>4)</sup> und in Fünfkirchen (Ungarn)<sup>5)</sup>, vergl. 46, welche durch die heftige Gasströmung bei Explosionen zugeschlagen werden und die betreffende Grubenabteilung absperren.

**102. Wetterlутten** werden benutzt, um einzelne Örter entweder durch Teilströme aus dem Hauptwetterstrom, oder mit Hilfe von Wettertrommeln, Strahlgebläsen, Wassertrommeln u. s. w. zu bewettern. Sie bestehen aus Holz, Zinkblech, verzinnem, verbleitem oder verzinktem<sup>6)</sup> Eisenblech, und aus Asphaltpappe. Die hölzernen Wetterlутten werden aus Brettern mit zwischengelegter Dichtung hergestellt und vorzugsweise für größeren Bedarf an Wettern angewendet. Die einzelnen Lутtenenden werden entweder durch Einschnauzen oder durch Überziehen von hölzernen Muffen verbunden.

Bei starkem Wetterbedarf gibt man den Lутten bis 50 cm, bei dicht schließenden Verbindungen (Flantschen) bis 40 cm Lichtweite. Auch ist es zur Vermeidung von Wetterverlusten durchaus notwendig, bei Richtungsveränderungen nur kreisförmig gebogene Lутtenstücken (»Krümmer«) zu verwenden.

Im allgemeinen sind die hölzernen Wetterlутten zwar billig, sie werden aber leicht undicht, sind dem Verfaulen ausgesetzt, bieten ferner dem Wetterstrom bei ihrer quadratischen Form einen ungünstigen Querschnitt und, falls sie inwendig nicht abgehobelt sind, auch viel Reibung.

Besonders bei größeren Längen sind deshalb die runden Lутten aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech vorteilhafter. Die Weite derselben muß aber, wenn man eine gute Leistung erzielen will, im richtigen Verhältnis zur durchgehenden Wettermenge stehen.

Lутten aus verzinktem Eisenblech werden den Zinkblechlутten vielfach vorgezogen, weil sie billiger und ebenso widerstandsfähig gegen Rosten, gegen äußere Beschädigung aber widerstandsfähiger sind, als Zinkblechlутten. Die Möglichkeit, verbrauchte Lутten dieser Art als altes Zinkblech wieder verwerten zu können, wiegt diese Nachteile nicht auf.

Auch verwendet man (u. a. im Zwickauer Reviere) mit Vorteil Lутten aus Eisenblech, welche inwendig und auswendig mit Asphalt bestrichen

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1861, S. 277.

2) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 87.

3) Ebenda 1872, Bd. 20, S. 384.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1868, S. 364.

5) Österr. Zeitschr. 1891, S. 481.

6) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 114.

sind. Nach einem Verfahren der Vorwohler Asphaltfabrik (Direktor L. Haarmann in Eschershausen bei Vorwohle) hält Asphaltanstrich auf jedem Material (Holz, Stein, Metall) so fest, daß ein Abspringen einzelner Stücke nicht zu befürchten ist.

Zur Dichtung der ineinander gesteckten Enden verwendet man bei Blechlutten Kitt (z. B. Leinöl, zerfallenen Kalk und zerhackten Hanf). In Saarbrücken werden Gummimuffen übergezogen, was besonders in Strecken mit Krümmungen empfehlenswerter ist, als eine nicht nachgiebige Verbindung. In Schächten wird die Dichtung durch Flantschen mit Gummiringen und Schrauben bewirkt<sup>1)</sup>.

Da durch Berührung des Zinks mit Eisen in Gegenwart von Wasser ein galvanischer Strom entsteht, welcher eine rasche Zerstörung der Zinklutten verursacht, so werden dieselben an den Stellen, wo sie mit eisernen Bändern oder Draht aufgehängt sind, durch untergelegte Holzstückchen isoliert.

In Zaukeroda wurden gewellte Zinkblechlutten für die Sonderbewetterung zu teuer befunden und durch eiserne mit umgebördelten Rändern und lose aufgeschobenen Flantschen mit Dichtung ersetzt. Außerdem liefern gewellte Blechlutten bei gleicher Weite fast nur die Hälfte Wetter, als Lutten mit glatter Innenfläche. Den Vorteil größerer Widerstandsfähigkeit gegen äußere Beschädigungen hat man auch bei Anwendung von Lutten aus verzinnem, verzinktem oder verbleitem Eisenblech.

Alle Blechlutten müssen von genau gleicher Länge sein, damit das Auswechseln einzelner, schadhaft gewordener Luttenstücke leicht geschehen kann.

Asphaltlutten<sup>2)</sup> aus der Fabrik von Joh. Gottfr. Leye in Bochum sind ihres runden Querschnittes und ihrer glatten Innenfläche halber zu empfehlen, sie werden aber beim Transporte und beim Verlegen leicht beschädigt, verbreiten die Wetter verderbende Dünste und haben keinen Wert als altes Material.

Von Alois Taczek in Mährisch-Ostrau werden Wetterlutten aus Papier empfohlen. Sie sollen sich durch Dauerhaftigkeit und Dichtigkeit, sowie durch Widerstandsfähigkeit gegen Nässe und Feuer und durch Billigkeit auszeichnen.

In Kärnten hat man mit Vorteil 162 mm weite Röhren aus Bleiblech angewendet<sup>3)</sup>, welche in Platten von 4 m Länge, 540 mm Breite und 3 mm Dicke auf Holzzylinder aufgewickelt wurden. Die Längsnaht wurde durch Umfalzen hergestellt, indem man zur besseren Dichtung noch eine

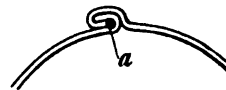


Fig. 701.  
Verbindung der Wetterlutten  
aus Bleiblech.

1) Preuß. Zeitschr. 1875, Bd. 23, S. 114.

2) Ebenda 1872, Bd. 20, S. 384; 1869, Bd. 17, S. 86.

3) Serlo, Bergbaukunde 1884. II, S. 433. — Österr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen. Wien 1876, S. 330. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1876, S. 347.

Hanfschnur *a* (Fig. 701) einlegte und die ganze Naht mit einer heißen Mischung von Kolophonium und Unschlitt vergoß. Die Verbindung der einzelnen Röhren geschah durch Überziehen von Gummimuffen.

Auch Schläuche aus gefirnißter Leinwand und aus Segeltuch von 20 cm Weite sind zur Bewetterung neu aufzufahrender Strecken angewendet<sup>1</sup>. Sie sind zwar noch teuer, haben aber den Vorzug, sich leicht transportieren, sowie ein- und ausbauen zu lassen.

Aus diesem Grunde dürften sie auch im Falle einer Explosion für die Rettungsarbeiten wesentliche Vorteile bieten. Auf Zeche Bonifacius bei Gelsenkirchen haben diese Wetterlutton Versteifungsringe aus Stahldraht und kleine Anhängeringe.

Lutton werden Wetterscheider oder Parallelstrecken dann vorgezogen, wenn das Hangende sehr druckhaft ist, sodaß die Wetterscheider zerdrückt werden und die Erhaltung des Ausbaues in Parallelstrecken kostspielig wird.

103. Die Wetterscheider<sup>2</sup>) treten im allgemeinen an die Stelle der Wetterlutton, wenn es sich um Abtrennung und Fortführung größerer Wettermengen handelt.

In den Strecken werden die Wetterscheider in verschiedener Weise ausgeführt. Wo eine tiefe Wasserseige vorhanden ist, kann man sie gegen die Strecke in erfolgreicher Weise durch ein flaches Gewölbe aus Ziegelsteinen abschließen. Unvollkommener, weil weniger dicht und haltbar, ist der Abschluß durch Pfosten mit Moos- oder Lehmichtung.

Sonst werden die Wetterscheider entweder unter der Firste oder an der einen Seite angebracht, je nachdem die Strecke genügende Höhe bzw. Breite hat.

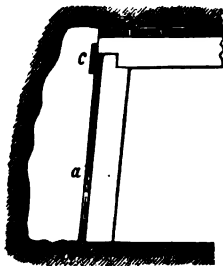


Fig. 702. Anbringen der Wettergardinen.

Die in der Firste angebrachten Scheider bestehen immer aus einem Brettverschluss, die andern teils aus einem solchen, teils aus Wettergardinen oder Mauerwerk.

Die Wettergardinen *a* (Fig. 702) werden an der einen Rückseite jedes Türstockes, außerdem oben der Länge nach an einem Brette *c* angenagelt. Die Wirksamkeit eines solchen Scheiders reichte in England bis zu 170 Yards und die Kosten für 1 Yard betrugen bei 2 m Höhe 1,80  $\mathcal{M}$ <sup>3</sup>).

Im allgemeinen sind derartige Wetterscheider nicht dicht zu halten und eignen sich deshalb nur für kurze Längen und lebhaften Wetterzug.

1) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 137. — Bezugsquelle: G. H. Röddinghaus in Düsseldorf.

2) Meißner, Über die Wirksamkeit der Scheider- und Luttonventilation in Preuß. Zeitschr. 1890, Bd. 38, S. 238.

3) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 47.

Gemauerte Wetterscheider werden am besten in Fachwerk (zwischen Stempeln), innerhalb dessen die Ziegelsteine auf halbe Steinstärke gelegt oder auf die Kante gestellt sind, hergerichtet. Sie werden durch den Gebirgsdruck leicht undicht. Um die Zerstörung der gemauerten Wetterscheider durch den Luftdruck bei der Schießarbeit aufzuheben, hat man auf Zeche Hansa bei Dortmund in Entfernungen von 5 m quadratische Löcher von 40 cm Weite ausgespart und dieselben mit Klappen verschlossen, welche sich abwechselnd nach der einen oder andern Seite öffnen können<sup>1)</sup>.

In Schächten sind gemauerte Scheider nur dann zweckmäßig, wenn sie genügende Stärke besitzen, weil sie sonst durch Erschütterungen undicht werden. Viel Verwendung finden Bretter, welche entweder mit Nut und Feder verbunden, oder in den Fugen mit geteierter Leinwand und übergangenagelten Latten gedichtet sind, oder Wetterscheider von Eisenblech, wie sie neuerdings von der Fabrik R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele in Westfalen empfohlen werden. Auf dem Schachte Otto III der Mansfelder Gewerkschaft hat man Wetterscheider aus verzinktem und gewelltem Eisenblech bei horizontaler Lage der Falten in zwei  $\sqcup$ -Schienen, welche mittels Steinschrauben an den Schachtstößen befestigt sind, angenietet und durch Zement verdichtet. Die einzelnen Blechtafeln wurden gleichfalls vernietet und durch eingelegte, vorher in Mennigekitt getränkte Leinwandstreifen gedichtet<sup>2)</sup>.

Am besten dürften sich die im Brefeldschachte bei Tarthun angewendeten Schachtscheider aus Drahtgewebe bewähren, welches nach Art der Moniermauerung auf beiden Seiten mit Zementmörtel beworfen und glatt geputzt wird.

Im allgemeinen sind Scheider trotz sorgfältiger Ausführung nicht so dicht zu machen und ergeben ungünstigere Resultate, als Lutten von genügend großem Querschnitt. Im Schachte Villiers der Kohlengruben von St. Étienne kostete eine geteerte Holzlutte von 0,75 m Breite und 1,5 m Höhe einschl. Einbau 10,75  $\mathcal{M}$  pro m. Der Verlust infolge Undichtigkeit betrug bei 285 und 640 m Luttenlänge 7%, während ein gemauerter, 0,4 m starker Scheider auf den Gruben Bessèges auf einer Länge von 1650 m Wetterverluste von 70% ergab.

Die Verwendung von weiten Lutten bedeutet demnach dort, wo sie überhaupt anzuwenden sind, eine teure Anlage, aber einen billigen Betrieb.

Bei sehr schlagwetterreichen Gruben werden jedoch in der Regel Scheider anzuwenden sein, weil die nötige Luftmenge nur durch Scheider vor Ort gebracht werden kann. Lutten würden in diesem Falle schwer ausführbare Querschnitte erhalten.

---

1) Preuß. Zeitschr. 1892, Bd. 40, S. 291.

2) Ebenda 1886, Bd. 34, S. 268.

104. **Wetterdämme**<sup>1)</sup> dienen zum Absperrn alter, mit bösen Wettern gefüllter Baue.

Handelt es sich dabei nur um Luftabschluß bei noch nicht ausgebrochenen Bränden, so genügt oft eine Mauer aus hochkantig gestellten Ziegeln.

Sperrt man den alten Mann durch Mauerdämme ab, so empfiehlt es sich, die den Bauen zugekehrte Seite zu verputzen. Ein demselben Zwecke dienender Asphaltüberzug<sup>2)</sup> ist nur bei kühler Temperatur anwendbar.

Übrigens ist das Vermauern des alten Mannes sehr bedenklich und gefährlich und dürfte Schondorff<sup>3)</sup> beizustimmen sein, welcher es für ratsamer hält, den alten Mann, soweit er nicht durch Bergeversatz oder eingebrochenes hangendes Nebengestein (Pfeilerbau) ausgefüllt ist, beständig durch den Wetterstrom reinigen zu lassen, um stärkere Ansammlungen von Grubengas zu verhindern, denn einerseits sind die Verdämmungen auf die Dauer selten oder nie dicht zu erhalten, anderseits liegt die Gefahr nahe, daß man beim Betriebe Spalten öffnet, welche mit dem alten Mann in Verbindung stehen und den gespannten Gasen, trotz der besten Verdämmung, einen plötzlichen Ausbruch in großen Massen gestatten.

105. **Wetterbrücken** (Wetterkreuzungen, air-crossings) werden bei flacher Lagerung der Flötze, wie in England, sehr häufig angewendet. Bei steilerer Stellung der Flötze und aufwärts gerichteter Wetterführung kommt

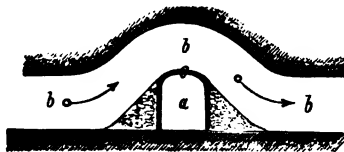


Fig. 703.



Fig. 704.



Fig. 705.

Wetterbrücken.

es kaum vor, daß der frische und der gebrauchte Wetterstrom sich in derselben Ebene kreuzen und übereinander weggeführt werden müssen.

Die Wetterbrücken bestehen aus Eisen oder Mauerung. In Fig. 703 ist

$a$  = die Förderstrecke mit frischen Wettern,

$b$  = die Wetterstrecke,

$c$  = die Wetterbrücke aus Kesselblech.

Fig. 704 und 705 stellen eine gemauerte Wetterbrücke dar.

In England haben die Wetterkreuzungen den großen Nachteil, daß sie bei Wetterexplosionen häufig zertrümmert werden, daß sich infolgedessen

1) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 47 ff.

2) Berggeist 1869, S. 436.

3) Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 114.

der Nachschwaden weit verbreitet und somit die Isolierung der Teilströme in den einzelnen Abbaufeldern (panels) aufgehoben wird<sup>1)</sup>.

**106. Verschuß der Wetterschächte.** — Über Tage aufgestellte Wettermaschinen stehen mit dem dicht verschlossenen Wetterschachte durch einen gemauerten Kanal in Verbindung. Diese Einrichtung erscheint bei heftigen Explosionen schlagender Wetter bedenklich, denn wenn die Explosionsgase am freien Austritte aus dem Wetterschachte verhindert sind, so werden sie sich um so mehr in den Grubenbauen ausdehnen. Es erscheint demnach durchaus zweckmäßig, nach dem Vorgange einzelner Gruben, u. a. bei Saarbrücken, den Explosionsgasen gewissermaßen ein Sicherheitsventil dadurch zu bieten, daß man den Wetterschacht mit einer Haube von Eisenblech verschließt, welche bei Explosionen emporgehoben wird und den Explosionsgasen einen Ausweg gestattet. Damit jedoch dieser bewegliche Verschuß nicht zertrümmert wird<sup>2)</sup>, muß er so eingerichtet sein, daß er schon einem geringen Drucke von unten nachgibt, sich danach aber durch eigenes Übergewicht senkt und den Schacht wieder verschließt.

**107. Wetterrisse und Stammbäume.** — In schlagwetterfreien Gruben empfiehlt es sich, mindestens alle halbe Jahre den Hauptwetterstrom und die Teilströme zu messen und das Ergebnis in Tabellen einzutragen.

In Schlagwettergruben sind diese Messungen von den damit beauftragten Personen, den Wettersteigern, mindestens monatlich an den Wetterstationen (s. d.) vorzunehmen. Auch zwischenzeitig sind diese Messungen auszuführen, sobald durch irgend welche Änderungen im Betriebe ein nennenswerter Wechsel in der Verteilung oder in der Stärke der Wetterströme zu erwarten ist.

Auf größeren Gruben werden Wetterrisse angefertigt, in die alles eingetragen wird, was auf die Wetterführung Bezug hat, vor allem die Richtung und Verteilung des Wetterstromes, die Wettermengen, ihre Geschwindigkeiten und Querschnitte, die Wettertüren, schlagwetterführende Abteilungen, die Wetterstationen, Lampenstationen, Branddämme und die Abschlußdämme des alten Mannes.

Es kann auch von Interesse sein, Stammbäume nach Art der kartographischen Darstellungen herzustellen, aus welchen man die Gewinnung und den Versand u. dgl. von Steinkohlen ersehen kann, indem man die verschiedenen Wetterströme in Breiten darstellt, welche den durchziehenden Wettermengen entsprechen<sup>3)</sup>.

1) Expl. et régl. des mines à grisou. II. Angleterre, S. 115 ff.

2) Bei der am 6. März 1885 auf dem Johannesschachte in Karwin im Ostrauer Reviere (Österreich) vorgekommenen Explosion schlagender Wetter, wobei 207 Mann verunglückten, wurde die Haube des Wetterschachtes weggerissen und 15 m zur Seite geschleudert. Bevor der Schacht durch eine Bühne gedichtet war und die Wettermaschine wieder arbeiten konnte, verging soviel Zeit, daß erst nach einer Stunde der Johanneschacht wieder einzog.

3) Hâton de la Goupillière, Cours d'expl. des mines. II, S. 536.

## 9. Kapitel.

## Beleuchtung der Grubenräume.

**108. Feststehendes Licht.** — Die Beleuchtung der Grubenräume geschieht durch feststehendes und durch tragbares Licht. Das erstere findet überall Anwendung für die Beleuchtung der Füllörter, Maschinenräume und Pferdeställe unter Tage. Der besseren Reflexion halber werden besonders die Füllörter geweißt.

Man bewirkt die feststehende Beleuchtung entweder durch Petroleumlampen mit Reflektor und möglichst vollkommenen Brennern [Revolverbrenner, Regenerativbrenner von Siemens, Argandsche Brenner<sup>1)</sup>, Wolpertische Rauch- und Luftsauger<sup>2)</sup>], weil es vorteilhaft ist, die Zahl der Lampen möglichst zu verringern, — oder durch Gas, wie auf Königsgrube in Oberschlesien, in den Kalksteinbrüchen von Rüdersdorf und auf dem Meinerzhagener Bleiberge<sup>3)</sup>, ferner durch Ölgas und Ligroin.

**109. Die elektrische feststehende Beleuchtung<sup>4)</sup>** wird vielfach über Tage und in größerem Umfange auch unter Tage angewendet<sup>5)</sup>. Gerade in Schlagwettern ist die elektrische Beleuchtung größerer Räume jeder andern vorzuziehen. Den von mehreren Seiten befürchteten Gefahren durch Entstehung von Kurzschluß kann man durch gut isolierte Kabel begegnen. In Ostrau sind fast alle Füllörter elektrisch beleuchtet.

In England hat man, sowohl in den Pleasley-Werken bei Mansfield, als auch in Earnock Colliery, nahe bei Hamilton (North Britain<sup>6)</sup>, Versuche mit der elektrischen Glühlampe von Swan mit günstigem Erfolge angestellt.

Auch in Zaukeroda (Sachsen) und auf den Ernstschächten bei Mansfeld hat man elektrische Beleuchtung, zunächst in Hauptförderstrecken, eingeführt. Die Maschinen zur Erzeugung der Elektrizität sind an der letztgenannten Stelle von Siemens & Halske geliefert und machen 1000 Umdrehungen in der Minute. In der Förderstrecke sind vom Schachte ab

1) Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8A, S. 195.

2) Ebenda 1872, Bd. 20, S. 382 u. 383.

3) Ebenda 1869, Bd. 17, S. 85.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1882, S. 296. — Dinglers polyt. Journ. Bd. 245, S. 93.

5) Über eine elektrische Lampe von Dumas und Benoit zum Eindringen in schlagende Wetter vergl. Bull. de la soc. de l'ind. min. t. IX (sér. 1). Juillet. Août, Sept. 1883, S. 5—14, 118. — Ann. des mines. t. II (sér. 6), 1863, S. 455. — Dinglers polyt. Journ. Bd. 176, Heft 3, S. 201. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865. S. 255 u. 280. — Preuß. Zeitschr. 1887, Bd. 20, S. 383.

6) Engineer. and mining Journ. Bd. XXXII, S. 6, 172. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1881, S. 394, 497, 591. — Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 335.

32 Lampen (Edisonsche Glühlampen) in Entfernungen von 12 bis 15 m in der Firste entlang aufgehängt. Die gesamten Kosten dieser Beleuchtung betragen in der Stunde 80 *fl.*

Eine sehr zweckmäßige Verwendung hat die elektrische Beleuchtung beim Abbau in den mächtigen böhmischen Braunkohlenflözen, beim Schachtabteufen auf Grube Dudweiler<sup>1)</sup> bei Saarbrücken, sowie auf der Walkinshaw-Zeche bei Paisley in Schottland gefunden<sup>2)</sup>. In beiden Fällen hatte man mit runden, ausgemauerten Schächten zu tun, verwendete aber in Dudweiler Glühlampen unten im Schachte, in Paisley elektrische Scheinwerfer, welche über Tage angebracht waren.

110. Zur tragbaren Beleuchtung dienen vorwiegend Grubenlampen. Die Anwendung von bloßen, in der Hand zu tragenden und bei der Arbeit ans Gestein zu klebenden Kerzen, wie es in Cornwall gebräuchlich ist, erscheint unzweckmäßig, wogegen deren Verwendung in mit Messingblech ausgeschlagenen Blenden im sächsischen Erzgebirge, wo sich deren die Beamten bedienen (die Arbeiter haben Blenden mit Öllampen), recht zweckmäßig ist.

Das Brennmaterial für die flach gebauten, geschlossenen Grubenlampen ist gewöhnlich Rüböl. In matten Wettern versetzen es die Arbeiter wohl mit etwas Petroleum, was aber möglichst vermieden werden muß, weil Petroleum auf offenen Lampen stark rußt und riecht, also in größerer Menge unverbrannt entweicht und dadurch die Wetter verdirbt.

Außer Rüböl brennt man auch Talg (Unschlitt) auf offenen Lampen, wie es u. a. am Harz seitens der Beamten üblich ist. Diese Lampen geben eine helle, große Flamme<sup>3)</sup> und sind in geübten Händen für die Beleuchtung großer Räume recht geeignet.

Ch. Montigny will phosphoreszierende Schwefelverbindungen in Geißlerschen Röhren zum Leuchten bringen und dadurch in Gruben mit schlagenden Wettern die Explosionsgefahr beseitigen<sup>4)</sup>.

Auf der Erzgrube Neu-Diepenbrock III des Selbecker Bergwerksvereins sind Versuche mit einer, von der Metallwarenfabrik »Velo«, Dresden-Löbtau gebauten, offenen Acetylgas-Grubenlampe angestellt worden. Die Leuchtkraft beträgt — unter Tage gemessen — mindestens das Zehnfache einer Rüböllampe, wobei sie stärkeren Luftzug und größere Feuchtigkeit als letztere ertragen kann, ohne zu verlöschen. Auch in matten Wettern brennt Acetylen besser, als Rüböl.

Das Calciumkarbid muß in sogen. Lackbüchsen luftdicht verschlossen aufbewahrt werden.

---

1) Glückauf. Essen 1893, S. 1469.

2) Ebenda S. 1342.

3) Über eine Methode, die Leuchtstärke verschiedener Materialien zu prüfen, vergl. Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1869, Nr. 24.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1881, S. 15.



Die Kosten der Acetylenbeleuchtung einschl. Reinigung und Reparaturen berechnen sich pro Lampe und Stunde auf 2  $\mathfrak{g}$  gegen ungefähr 1,3  $\mathfrak{g}$  bei Rüböl.

Die beste Verwendung finden Acetylenlampen vorläufig nicht etwa für Arbeiter, sondern zur Beleuchtung hoher Räume. Sie sind deshalb außer in einigen Erzgruben, besonders beim böhmischen Braunkohlenbergbau und zwar bei den Beamten in Gebrauch.

**111. Theorie der Wetterlampen<sup>1)</sup>.** — Eine hervorragende Wichtigkeit haben für den Gebrauch in schlagenden Wettern die Wetterlampen. Der Name »Sicherheitslampe« ist nicht glücklich gewählt, unwissende Arbeiter glauben leicht, mit einer Sicherheitslampe in der Hand gegen alle Gefahren geschützt zu sein und lassen infolge dessen beim Aufenthalte in schlagenden Wettern die nötige Vorsicht außer acht.

Die erste Wetterlampe wurde im Jahre 1815 von dem Engländer Davy erfunden, und zwar auf Grund der von ihm ermittelten Tatsache, daß brennende Gase, welche sich an dem einen Ende von Metallröhrchen oder innerhalb eines Drahtgewebes befinden, die Entzündung eine Zeitlang nicht durch das Metall fortpflanzen, weil letzteres die Wärme schnell ableitet.

Be findet man sich also mit einer, von einem feinen Drahtgewebe umschlossenen Flamme in schlagenden Wettern, so wird innerhalb des Drahtgewebes, bezw. der Wetterlampe, eine Entzündung der Wetter eintreten, ohne daß sich dieselbe den außerhalb der Lampe befindlichen schlagenden Wettern mitteilt, d. h. so lange die Flamme nicht durchschlägt oder das Gewebe nicht weißglühend wird. Wieviel Grubengas die Luft enthalten muß, um das Vorhandensein desselben durch die Flamme der Wetterlampe beobachten zu können, und wie sich die Erscheinung bei wachsender Gasmenge ändert, ist bereits beim Abprobieren der Wetter (20, erwähnt.

Mit diesem Warnungszeichen ist aber, wie schon erwähnt, der Zweck der Wetterlampe erfüllt, darüber hinaus bietet sie durchaus keine Sicherheit mehr.

**112. Allgemeine Grundsätze<sup>2)</sup>.** — 1) Da die Entwicklung der Schlagwetter örtlich und zeitlich außerordentlich verschieden ist, so ist auf allen Schlagwettergruben der Gebrauch des offenen Grubenlichtes neben der Wetterlampe unstatthaft und die ausschließliche Anwendung der Wetterlampe vorzuschreiben.

1) Preuß. Zeitschr. 1856, Bd. 3, S. 63; 1862, Bd. 10, S. 51; 1855, Bd. 2, S. 386. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 386; 1868, S. 283. — Berggeist 1866, S. 143. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1867, Nr. 36. — Glückauf. Essen 1886, Nr. 72, 73 (Ergebnisse der Untersuchungen über die Wetterlampen, von Nonne.

2) Glückauf. Essen 1886, Nr. 72. — Putzvorrichtung an Wetterlampen: J. W. Schlie in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1897, S. 449. — Lampenuntersuchungen in Glückauf, Essen 1900, Nr. 38.

2) Der Gebrauch offener Lampen ist in Schlagwettergruben überhaupt zu untersagen.

3) Das Wiederanzünden erloschener Lampen im geöffneten Zustande darf auf allen Schlagwettergruben nur in der Lampenstube über Tage oder an besonders dazu bestimmten, beständig beaufsichtigten Lampenstationen in der Grube vorgenommen werden.

4) Die Sicherheit einer Lampe ist um so größer, je weniger leicht sie erlischt.

5) Die Hauptaufgabe einer Wetterlampe ist die Entwicklung einer ausreichenden Leuchtkraft während der ganzen Schichtdauer. Mit dieser Eigenschaft ist die Sicherheit

a) gegen das Durchschlagen, d. h. die Fortpflanzung innerer Explosionen nach außen im ruhenden explosiven Gemisch,

b) gegen das Durchblasen, d. h. gegen das mechanische Heraustreiben der Flammen bei bewegten Wetterströmen,

sowie die Möglichkeit, gefährdende Ansammlungen von Schlagwettern mit Leichtigkeit zu entdecken, zu verbinden.

Die geringste Leuchtkraft haben die Lampen, bei welchen die Flamme von einem vollen Drahtzylinder umgeben ist, allerdings absorbieren die besten Gläser, welche an Stelle des unteren Korbteiles gesetzt sind, auch immer noch 16% der Leuchtkraft. Mineralische Öle brennen heller, als Rüböl und verrußen die Glaszylinder weniger.

Gegen das Durchschlagen bieten diejenigen Lampen die größte Sicherheit, bei welchen die meisten qcm Drahtnetzoberfläche auf 1 cem Lampeninhalt entfallen, denn ein geringer Kubikinhalte des Lampeninneren vermindert die Heftigkeit der Explosionen innerhalb der Lampe, während eine große wirksame Drahtnetzoberfläche bei der dann möglichen ausreichenden Abkühlung der Gase das Durchschlagen der Flamme verhindert. Am besten wird dies durch doppelte Drahtkörbe (Marsaut, Wolf) erreicht<sup>1)</sup>. — Drahtnetze, welche durch Ruß und Kohlenstaub verunreinigt sind, befördern das Erglühen des Korbes und somit das Durchschlagen der Flamme.

Schwingende Bewegung der Lampe, starker Luftzug oder Undichtigkeit der Verbindungsstellen veranlassen ein einseitiges Erglühen des Drahtkorbes und, sobald dasselbe eine genügende Höhe erreicht hat, das Durchblasen<sup>2)</sup> der Flamme. In dieser Hinsicht ist der untere Teil des Korbes am meisten gefährdet, während bei 60 bis 80 mm<sup>3)</sup> über dem Boden der Lampe und darüber hinaus die Entzündung nie nach außen getragen wird — Zündhöhengrenze —, wohl schon deshalb, weil hier und höher nur Verbrennungsprodukte austreten und die Wetter verdünnt sind.

1) Glückauf. Essen 1901, S. 434.

2) Ebenda S. 522.

3) Technische Blätter 1886, XVIII, S. 93. — Glückauf. Essen 1886, Nr. 72.

Die Fähigkeit des Durchblasens nimmt ab mit der Dicke des Drahtes und wächst mit der Weite der Maschen. Nach den Resultaten der Versuche, welche die preußische Wetterkommission veranlaßt hat, wird ein Draht von 0,37 bis 0,42 mm Stärke und eine Maschenzahl von 121 bis 144 für 1 qcm empfohlen.

Ein um den Drahtkorb gelegter Schutzmantel erhöht die Sicherheit gegen das Durchblasen sehr bedeutend.

Die größte Gefahr des Durchblasens ist dann vorhanden, wenn geneigte Wetterströme auf die Lampe einwirken, oder wenn wirbelartige Strömungen von wechselndem Gasgehalte mit der Flamme in Berührung kommen.

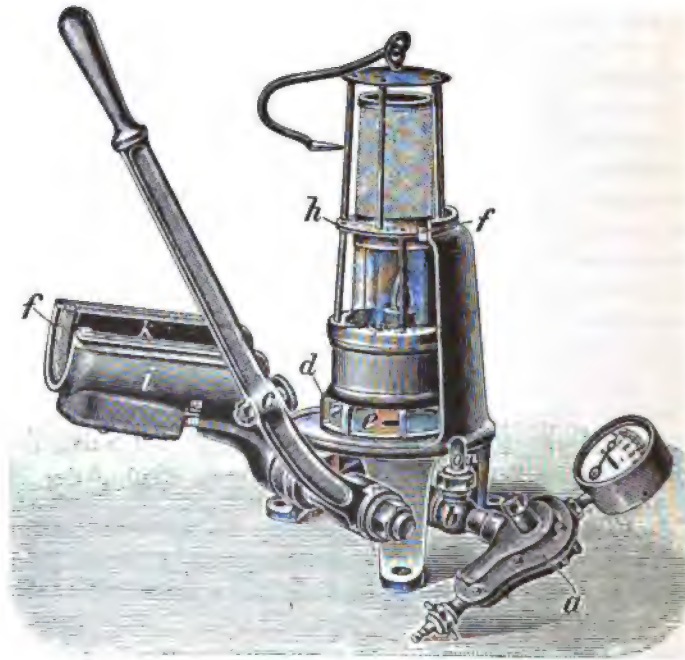


Fig. 706. Probierapparat »Westfalia«.

Um den luftdichten Abschluß aller Lampenteile zu untersuchen, wird dieselbe im brennenden Zustande mit Preßluft angeblasen<sup>1)</sup>. Zu diesem Zweck wird von der Armaturenmanufaktur »Westfalia«, G. m. b. H. in Gelsenkirchen i. W., ein Probierapparat geliefert.

Fig. 706 zeigt den geöffneten Apparat, in welchen die zu untersuchende Lampe hineingestellt ist, während Fig. 707 den Apparat geschlossen darstellt.

1) Österr. Zeitschr. 1895, S. 7.

Der Apparat wird an die Druckluftleitung angeschlossen. Durch das Reduzierventil *a* wird die Luft auf den gewünschten und durch das Manometer abzulesenden Druck genau eingestellt. Die Lampe wird, wie Fig. 706 zeigt, in den Apparat hineingestellt und ruht auf einem Roste *d*. Dieser gestattet, daß die Luft, welche durch das am Boden befindliche Loch *e* eintritt, von allen Seiten auf die Lampe wirkt. Am oberen Teile des Apparates befindet sich ein geteilter Gummiring *f*, welcher sich beim Schließen gegen den Mittelring *h* drückt und hier den Abschluß bewirkt, während der seitliche Abschluß des Apparates durch die am Rande der aufklappbaren Hälfte *i* eingelegte Gummidichtung *k* geschieht.

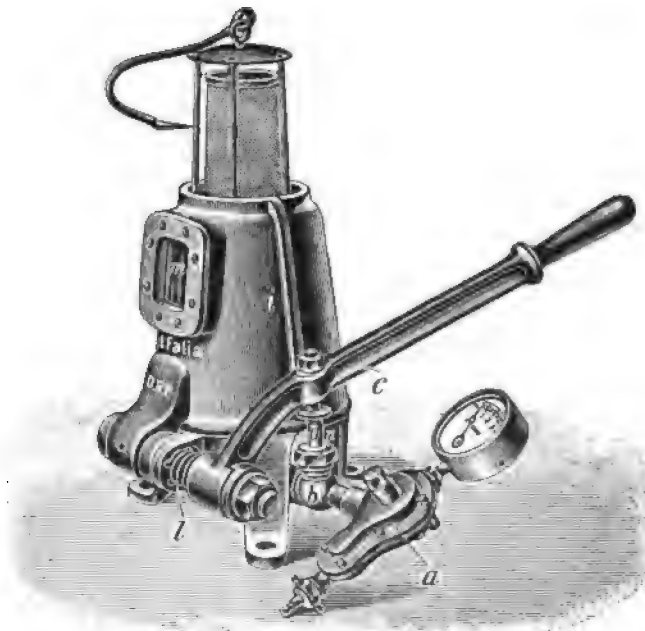


Fig. 707. Probierapparat »Westfalia«.

Nachdem der Apparat zugeklappt ist, Fig. 707, erlaubt die Feder *l* eine weitere Bewegung des Hebels *c*, wodurch das Eintrittsventil *b* geöffnet und die Luft in den vollständig geschlossenen Apparat gebracht wird. Ein Entweichen der Luft ist nunmehr nur durch die Undichtigkeiten der Lampe möglich und wird das hierdurch hervorgerufene Flackern oder bei großer Undichtigkeit durch das vollständige Verlöschen der Flamme durch die am aufklappbaren Teile des Apparates angebrachte Glasscheibe *m* beobachtet.

6) Das Gewicht der leeren Lampe soll 1,2 kg, die Höhe 250 mm nicht übersteigen.

**113. Luftzuführung.** — Nach den Ermittlungen der preußischen Wetterkommission ist die Luftzuführung von unten überhaupt zu verwerfen. Der Hauptzweck dieser Einrichtung, ein helleres Brennen zu bewirken, wird nicht erreicht, weil sich die Luftlöcher leicht verstopfen. Außerdem hat sich ergeben, daß in derartigen Lampen größere Ansammlung von schlagenden Wetter stattfindet, als in solchen mit Luftzuführung von oben, weil der innere Raum der letzteren zum Teil mit Verbrennungsprodukten erfüllt ist. Die Explosion der schlagenden Wetter ist deshalb innerhalb der westfälischen Lampen so heftig, daß der Glaszylinder leicht zertrümmert wird und daß dadurch größere Explosionen veranlaßt werden können. Außerdem ist ermittelt, daß die Lampen mit Luftzuführung von unten sehr leicht ein Durchschlagen der Flamme gestatten.

Die sächsische Wetterkommission vom Jahre 1884 ist in Bezug auf die Luftzuführung von unten entgegengesetzter Ansicht und zwar auf Grund der Betrachtungen, welche sich bei Vergleich der sowohl mit oberer, wie mit unterer Luftzuführung gebauten Wolfschen Benzinlampe ergeben haben. Danach tritt bei der Luftzuführung von unten die Luft frisch und kühl zu und wird erwärmt, die Verbrennungsgase treten ohne wesentliche Richtungsveränderungen empor, die Flamme bleibt in schlagwetterfreier Luft straff und ruhig, bei Anwesenheit von Grubengas indiziert die Lampe empfindlich, auch erlischt sie früh und verläßlich im stärkeren Schlagwettergemisch ohne Bildung bleibender Aureolen. Endlich gestatten derlei Lampen größeres Neigen ohne Erlöschen.

Einen Teil der gegen die Luftzuführung von unten erhobenen Bedenken hat man dadurch zu beseitigen gesucht, daß man den durchlochten Siebring inwendig mit einem Drahtsiebe bedeckt hat.

**114. Lampe von Davy.** — Die Davy-Wetterlampe besteht aus einem Ölbehälter von Weißblech, dessen Deckel eine messingene Scheibe mit runder Öffnung ist. Durch letztere geht die Tülle für einen flachen Docht, neben welcher, in einer Röhre eingeschlossen, der zum Putzen des Dochtes dienende Haken liegt.

Auf dem Ölgefäße ist ein Ring aufgeschraubt, welcher das aus 4 bis 5 Stangen bestehende, oben durch eine Scheibe abgeschlossene Gestelle trägt.

Gleichfalls in diesem Ringe ist ein Zylinder von Drahtgewebe mit 144 Maschen für 1 qcm befestigt. Die Dicke des Drahtes beträgt 0,98 mm, der Durchmesser der Löcher 0,56 mm. Von der Oberfläche bestehen  $\frac{5}{9}$  aus Draht,  $\frac{4}{9}$  aus Öffnungen.

Der oberste Teil des eisernen Drahtzylinders besteht aus ebenso fein gelochtem Kupferblech, welches der Zerstörung durch die heißen Verbrennungsgase weniger ausgesetzt ist.

Der Verschluß der Lampe geschieht meistens durch eine Schraube. selten durch Vorhängeschlösser.

Die Davy-Lampe hat folgende Mängel<sup>1)</sup>:

- 1) Geringe Helligkeit.
- 2) Bei starkem Luftzuge wird der Drahtkorb an einer Stelle glühend, und die Flamme schlägt leicht durch.
- 3) Die Arbeiter können zum Anzünden der Tabakspfeife die Flamme durch den Drahtzylinder ziehen.

Bei der Lampe von Clanny<sup>2)</sup> ist der untere Teil des Drahtgewebes durch einen Glaszylinder von 78 mm Höhe ersetzt. Die Luft tritt durch den Drahtkorb, also von oben, zur Lichtflamme. Die Lampe hat den Nachteil, daß die Ausstrahlungsfläche des Drahtkorbes im Verhältnis zum Gesamtinhalte der Lampe zu gering ist.

Der Clannyschen ganz ähnlich ist die in Belgien und Saarbrücken gebrauchte Boty-Lampe.

115. Die westfälische Lampe ist eine Clannysche, jedoch mit der Abänderung, daß der konische Kupferring, welcher das Glas mit dem Ölbehälter verbindet, entweder mit drei Reihen kleiner Löcher, oder mit, durch ein feines Drahtnetz bedeckten größeren Löchern versehen ist, sodaß die Verbrennungsluft auch von unten eintreten kann. Der obere Deckel des Ölgefäßes hat eine konvexe Gestalt, um, wie bei der Lampe von Upton und Roberts, die Leuchtkraft durch Reflexion des nach unten fallenden Lichtes zu verstärken.

Meistens haben diese Lampen Gewebe von 120 bis 144 Maschen für 1 qcm, aus Draht von  $\frac{1}{3}$  mm Stärke. Das Drahtnetz hat gewöhnlich einen Durchmesser von 40 mm und eine Höhe von 92 mm, das Glas dagegen 53 mm Höhe und 5 mm Dicke. Der Docht ist flach. Wegen der Luftzuführung von unten, sowie wegen der geringen Ausstrahlungsfläche ist die westfälische Lampe eine der unvollkommensten und wird nicht mehr viel angewendet.

116. Die Lampe von Müseler<sup>3)</sup> hat einen konischen Schornstein zur Abführung der Verbrennungsgase, welcher durch eine zwischen Glas und Drahtkorb angebrachte Scheibe aus Drahtgewebe geht. Durch die Scheibe tritt die Luft zu.

Finden im Glaszylinder Explosionen statt, so sammelt sich Kohlensäure an und löscht die Flamme aus. Dasselbe geschieht bei schräger Stellung der Lampe, weil die Kohlensäure ihrer Schwere wegen nicht rasch genug entweichen kann.

Im allgemeinen haben die neueren Untersuchungen der Wetterkommissionen in den verschiedenen Ländern ergeben, daß die Müseler-Lampe sowohl hinsichtlich der Leuchtkraft und des Durchschlagens, als auch in Bezug auf das Erkennen der schlagenden Wetter eine der besten ist.

1) Preuß. Zeitschr. 1862, Bd. 10, S. 51.

2) Ebenda 1856, Bd. 3, S. 63; 1862, Bd. 10, S. 51.

3) Ponson a. a. O. II, S. 281.

117. **Lampe von Marsaut<sup>2)</sup>.** — Die von Marsaut zu Bessèges in Frankreich hergestellte Wetterlampe (Fig. 708) unterscheidet sich von der Müsseler-Lampe im wesentlichen darin:

1) Daß der Kamin und das horizontale Drahtnetz der Müsseler-Lampe durch einen inneren Drahtkorb ersetzt ist.

2) Daß ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem Fassungsraume der Lampe und der Oberfläche des Drahtkorbes eingehalten ist.

3) Daß ein Blechschutzmantel äußere Beschädigungen und ein Beschmutzen des Drahtkorbes verhindert, sowie die Einwirkung seitlicher Luftströme nahezu vollständig aufhebt, damit ein Durchschlagen der im Inneren der Lampe brennenden Wetter verhindert und ein Erlöschen der Lampe bei innerer Explosion, bezw. ruhiger Verbrennung erleichtert, und daß

4) die Zuführung der Verbrennungsluft durch sechs horizontale Schlitze von 27 auf 3 mm Weite am unteren Ende des Blechmantels und zwar so geregelt ist, daß die Luft gegen den unteren geschlossenen Ring des Drahtnetzes stößt und gezwungen ist, aufzusteigen, sodaß jeder horizontale Luftzug gebrochen ist, während die Verbrennungsprodukte durch rundliche Öffnungen am oberen Ende des Schutzmantels abziehen.

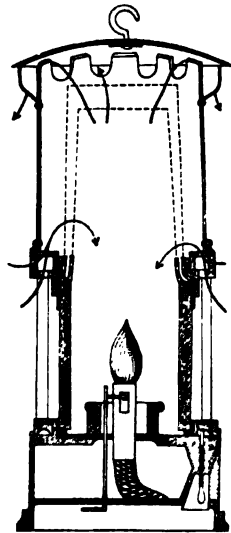


Fig. 708. Lampe von Marsaut.

Der Inhalt der ganzen Lampe beträgt im Mittel rund 200 ccm bei einer Umfangsfläche von 185 qcm des äußeren, 105 qcm des inneren Drahtkorbes, zusammen also 290 qcm. Bei den gebräuchlichen Lampen kommen auf 100 qcm ausstrahlende Umfangsfläche des Drahtkorbes an Kubikinhalte:

Bei der Davy-Lampe für Feuermänner . . . . .	45 ccm
- - - - in Newcastle . . . . .	48 -
- - Marsaut- - Quadratfläche beider Körbe. . .	83 -
- - - - - des äußeren Korbes	148 -
- - - - - inneren	190 -
- - Clanny- - . . . . .	206 -
- - Müsseler- - (englisch) . . . . .	206 -
- - - - (belgisch) . . . . .	215 -
- - westfälischen Lampe . . . . .	220 -
- - Boty-Lampe (Saarbrücken). . . . .	235 -

Hiernach nimmt in dieser Beziehung die Marsaut-Lampe nach der Davy-Lampe die erste Stelle ein, was sehr wichtig ist, denn einerseits

1) Étude sur la lampe de sûreté des mineurs, par J.-B. Marsaut. Alais 1883.

vermindert sich die Gefahr des Erglühens mit der Größe der Ausstrahlungsfläche, anderseits wird durch einen möglichst geringen Kubikinhalt der Lampe die Heftigkeit einer Explosion im Inneren derselben und damit die Möglichkeit des Durchschlagens der Flamme wesentlich herabgemindert. Übrigens ist für dieses Verhältnis in der wünschenswerten Leuchtkraft eine Grenze gezogen, weil dieselbe mit dem Inhalte der Lampe bei bestimmter Ausstrahlungsfläche wächst. Der Marsaut-Lampe wird allgemein der Vorzug zuerkannt, daß sie auch bei starken Wetterströmen die Explosion nicht nach außen fortpflanzt und daß sie in dieser Beziehung alle bis jetzt gebrauchten Lampen an Sicherheit übertrifft.

Allerdings hat die Marsaut-Lampe auch einige Nachteile, deren Wichtigkeit dem Vorzuge der Sicherheit gegenüber aber sehr zurücktritt.

Die Lampe ist zunächst schwerer und etwas teurer, als die sonst gebräuchlichen Lampen, ferner besteht sie aus einer großen Zahl einzelner Teile, deren tägliche Untersuchung und Reinigung demnach etwas umständlich ist.

Dem hohen Anschaffungspreise gegenüber muß jedoch die Tatsache hervorgehoben werden, daß die Marsaut-Lampe in allen Teilen sehr sorgfältig hergestellt ist und deshalb eine längere Dauer verspricht, als die meisten der früher gebräuchlichen, zwar billigen, aber auch sehr leicht und unvollkommen hergestellten Lampen.

**118. Wienpahls Wetterlampe** (D. R. P. Nr. 31694). — Diese nach den Bestimmungen der preußischen Schlagwetterkommission angefertigte Lampe besitzt nach den Versuchen im Wetterlaboratorium zu Bochum eine hohe Leuchtkraft (0,98% einer Normalkerze), was dadurch erreicht ist, daß bei größerer Abmessung des Glaszylinders und Drahtkorbes der Flamme mehr Sauerstoff zugeführt wird. Das Licht ist außerdem ruhig und das Verußen der Lampe beseitigt.

Um ferner das Eindringen von Gasen zwischen Drahtkorb und Glaszylinder zu vermeiden, ist die Lampe so abgepaßt, daß nur Zylinder von 65 mm Höhe gebraucht werden können. Sollte später ein Zylinder eingesetzt werden, welcher diese Höhe nicht hat, so ist dieser Mangel durch eine genau passende Scheibe, welche auf den Korbring gelegt wird, auszugleichen.

Der anfänglich angewendete Verschuß, bei welchem ein Stift nur durch Anwendung eines momentanen Luftdruckes von 3 at. Spannung zurückgezogen werden konnte, hat sich auf die Dauer nicht bewährt und ist durch einen Plombenverschuß ersetzt.

**119. Benzinlampen von Wolf und Hübner<sup>1)</sup>**. — Von der Firma Friemann & Wolf in Zwickau ist eine Lampe für Benzinbrand hergestellt.

---

1) Wolfs Benzinlampe für Markscheider von Przyborski. Österr. Zeitschr. 1887, S. 611. — Wichtige Vervollkommnungen in B.- u. H.-Zeitg. 1888, S. 364. — Österr. Zeitschr. 1892, S. 27.



Dieselbe hat nach Versuchen auf der Grube Dudweiler bei Saarbrücken<sup>1)</sup> eine um etwa  $\frac{3}{8}$  höhere Leuchtkraft, als die Müsseler-Lampe mit Rübölbrand und je nach der angewendeten Bezinsorte nach Versuchen im Bochumer Wetterlaboratorium eine Lichtstärke von 0,80 bis 1,10 Normalkerzen<sup>2)</sup>.

Im Ölbehälter befindet sich Watte, und es darf nicht mehr Benzin aufgegossen werden, als die Watte aufzusaugen vermag. Das Füllen geschieht mit einem sehr zweckmäßig eingerichteten, von derselben Firma gelieferten Apparate<sup>3)</sup>. Während die ersten Wolfschen Lampen nur Luftzuführung von oben hatten, sind dieselben später außerdem mit solcher von unten versehen (vergl. 113).

Die Wolfsche Lampe hat außer der hohen Leuchtkraft den Vorteil, daß die Notwendigkeit fortfällt, den Docht zu putzen, auch ist Benzinbrand an und für sich billiger, als Rübölbrand, die Lampe brennt in matten Wettern besser, als die Rüböllampen, verrußt auch weniger, als die letzteren und endlich zeigt sie schon  $1\frac{1}{2}\%$  Grubengas an<sup>4)</sup>.

Der Nachteil, daß die Lampe durch Erschütterungen und Stöße von mäßiger Stärke erlischt, ist durch eine Vorrichtung beseitigt, durch welche die Lampe auch in geschlossenem Zustande wieder angezündet werden kann<sup>5)</sup>. Diese ursprünglich dem bekannten Benzinfeuerzeuge entsprechende Vorrichtung ist gegenwärtig durch einen Reibzündstreifen ersetzt. In Fällen, in denen die Rauchentwicklung des Zündstreifens besonders stark ist, genügt zur Entfernung des Rauches aus den Körben ein mehrmaliges Schwenken der Lampe.

Die Zündvorrichtung bietet den großen Vorteil, daß die Arbeiter, wenn durch eine Explosion die Lampen erloschen sind, dieselben in vielen Fällen rasch wieder entzünden und flüchten können, bevor die Nachschwaden sie erreichen.

Ein anderer Übelstand, über welchen vielfach Klage geführt ist, sind die Benzingase, welche der Lampe unverbrannt entströmen, den Arbeitern Kopfschmerzen verursachen und, da es leichte Kohlenwasserstoffe sind, die Schlagwetter vermehren.

Zum Füllen der Lampe darf nur doppelt destilliertes Benzin benutzt werden, welches bei 15° Celsius ein spezifisches Gewicht von 0,695 bis 0,705 hat<sup>6)</sup>. Bei Verwendung von Benzin geringerer Qualität

1) Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 305.

2) Vergl. Dr. Broockmann, Über Benzin und Benzin-Sicherheitslampen. Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 320. — Glückauf. Essen 1885, Nr. 73; 1888, S. 731.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 405.

4) Preuß. Zeitschr. 1885, Bd. 33, S. 243.

5) Catrices Vorrichtung zum Anzünden erloschener Sicherheitslampen von Buisson. Compt. rend. soc. de l'ind. min. 1887, S. 237. — Österr. Zeitschr. 1887, S. 588. — B.- u. H.-Zeitg. 1888, S. 359.

6) Dr. Broockmann a. a. O. S. 323.

verstopfen sich die Poren der Docht- und Wattefüllung des Topfes, was ein Rußen und eine Verkürzung der Brennzeit zur Folge hat, sodaß die Lampe während der Schicht erlischt.

Ganz besonders sind Docht und Watte vor fettigen Unreinlichkeiten zu schützen. In Fällen, wo solche Verunreinigungen vorkommen, muß die Wattefüllung und der Docht erneuert werden.

Beim Füllen wird der Lampentopf nach Entfernung der Füllverschraubung mittels des betreffenden Gabelschlüssels derart unter den Hahnausfluß des Füllapparates gehalten, daß der Ausfluß beinahe bis zur Watte reicht; man öffne alsdann den Hahn und lasse so lange Benzin in den Topf fließen, bis der Zufluß von selbst aufhört, was im Glasbehälter zu erkennen ist. Hierauf wird der Hahn durch Umdrehung des Griffes nach unten geschlossen, der gefüllte Lampentopf zur Seite gestellt und ein anderer zum Füllen in gleicher Weise unter den Hahn geschoben.

Sollte beim Füllen mehr Benzin in den Topf hineinkommen, als von der Wattefüllung aufgesaugt wird, so ist dieses überflüssige Benzin abzugießen. Beim Verschließen der Füllöffnung am Lampentopf ist darauf zu achten, daß die Lederdichtung noch vorhanden ist und gleichmäßig aufliegt; auch muß die Füllverschraubung sehr fest zugeschraubt werden.

Was das Anzünden der Lampe betrifft, so empfiehlt es sich, unmittelbar vor der Zündung durch Anblasen die angesammelten Benzingase zu entfernen. Ferner ist vor der Zündung der Docht in die Höhe zu drehen und die Lampe während der Zündung gerade zu halten.

Bei der neuesten Einrichtung<sup>1)</sup> hat die Wolfsche Lampe zwei Drahtzylinder und einen abnehmbaren Schutzmantel (s. Fig. 709). Letzterer ist mit Längsfalten versehen, auf deren seitlichen Flächen taschenähnliche Schlitzte angebracht sind. Durch diese Schlitzte können die Verbrennungsprodukte leicht aus der Lampe entweichen, während ein von außen auf die Lampe wirkender Wetterstrom vollständig gebrochen wird. Die Luftzuführung zur Flamme geschieht von unten und wird ebenfalls durch ein doppeltes Drahtgewebe und einen, wie der Schutzmantel gebildeten, Schutzring geschützt. Auch ist die Anordnung so getroffen, daß bei sehr heftigen Schlagwettern die Flamme ohne Aureole erstickt. Der doppelte

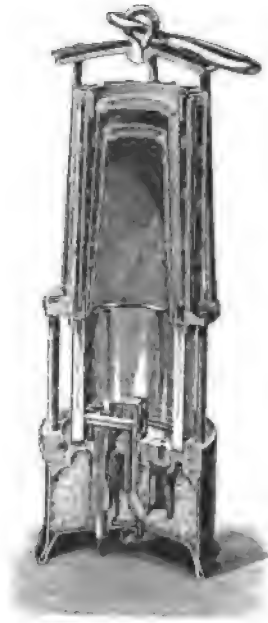


Fig. 709.  
Wolfs Benzinlampe, mit zwei  
Drahtkörben und Schutzmantel.

1) Österr. Zeitschr. 1895, S. 135. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1895, S. 94.  
Köhler, Bergbaukunde. 6. Aufl.

Drahtkorb bietet eine gewisse Sicherheit auch bei der Anwendung der Zündvorrichtung<sup>1)</sup>.

Seit dem Jahre 1898 ist im Ostrau-Karwiner Revier eine von der Firma H. Hübner in Hermsdorf, N. S., gelieferte Benzinlampe mit bestem Erfolge eingeführt.

Von der Wolfschen Lampe unterscheidet sie sich im wesentlichen nur durch eine sehr zweckmäßige Zündvorrichtung. Diese sitzt für gewöhnlich an der Basis der Dochthülle und muß, wenn sie wirken soll, durch einen Antriebswirbel erst hochgestoßen werden. Durch Rechtsdrehung des Antriebswirbels schlägt die Schlagfeder auf die Zündpille und bringt diese und damit den Lampendocht zur Entzündung. Die Schlagfeder streift vor ihrem Aufschlagen zum Teil über das Dochtende und reinigt dieses von Ruß und Staub.

Die Zündung des Dochtes erfolgt fast ausnahmslos, wobei der Umstand viel beizutragen scheint, daß sich die Zündung nur in etwa 4 mm Entfernung vom Dochte abspielt. Der sich bildende Rauch wird dabei an einem Rauchfänger niedergeschlagen, sodaß der Rauch garnicht in den Glasraum kommt und daher das Glas selbst bei öfteren Zündungen nicht beschlägt, was als besonderer Vorzug dieser Zündungsmethode zu betrachten ist.

Der verbrauchte Papierstreifen wird im Inneren der Zündvorrichtung wieder aufgewickelt, kommt daher gleichfalls nicht in den Brennraum der Lampe, wodurch das nicht ungefährliche Abbrennen solcher verbrauchter Streifen vermieden wird<sup>2)</sup>.

**120. Streichholz- und elektrische Zündvorrichtungen<sup>3)</sup>.** — Gebr. Stern in Essen (Patent Müller) und L. Feige in Bochum haben Streichholz-Zündvorrichtungen hergestellt, welche sowohl für Benzinlampen, als auch für Rüböllampen brauchbar sind. Die Vorrichtung besteht aus einer revolverartigen, in den Öltopf eingesetzten, drehbaren Trommel, welche die mit besonderer Zündmasse versehenen Streichhölzer aufnimmt und aus welcher jedesmal ein Hölzchen mittels eines Eisenstäbchens rasch und fest durch einen neben dem Dochte befindlichen Kanal hindurch nach oben gedrückt wird, wobei es sich durch die Reibung an den Kanalwänden entzündet.

Auf der Pariser Ausstellung von 1900 wurde von der Bergwerksgesellschaft in Blanzey eine Vorrichtung zur Anzündung der Wetterlampen auf elektrischem Wege nebst einem dazugehörigen eigenartigen Bleiplombenverschluß vorgeführt. Als Grundlage der Konstruktion dieser neuen Lampe haben die verschiedenen Typen der allgemein gebräuchlichen Lampen gedient, soweit auf denselben Öl oder irgend eine andere brennbare Flüssigkeit bei Innenzündung benutzt werden kann. Bei

1) Glückauf. Essen, 1900, Nr. 38.

2) Österr. Zeitschr. 1902, S. 255.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1888, S. 419.

dem neuen Modell in Blanz bestehen die wirksamen Teile aus zwei runden Scheiben, welche durch eine Amianttschicht gegeneinander isoliert, aber im Inneren der Lampe durch einen Platindraht miteinander verbunden sind. Eine der Scheiben ist fortdauernd mit den Metallteilen der Lampe verbunden, die andere dagegen isoliert. Wenn nun ein mit der letzteren in Verbindung stehender nach außen vorstehender Ansatz und irgend ein anderer Teil der Lampe mit dem Elektroden einer Elektrizitätsquelle verbunden werden, so bringt der elektrische Strom den Platindraht zum Erglühen und entzündet dadurch den Docht. Zur Unschädlichmachung von Kurzschlußfunken oder einer etwa vorkommenden Stromunterbrechung dient eine weitere besondere Vorrichtung an der Lampe.

**121. Andere Lampenarten.** — Von anderen Lampenarten sind zu nennen:

Die Lampen von Rabe<sup>1)</sup>, Combes<sup>2)</sup>, Dusmenil<sup>3)</sup>, Eckhardt und Lauten in Hörde<sup>4)</sup>, Morison<sup>5)</sup>, Evan Thomas, Gray<sup>6)</sup> (die Stangen des Gestelles sind hohl und dienen zur Luftzuführung). Ferner die Lampe von Reuland in Dortmund<sup>7)</sup>, eine bei Explosionen durch Abschmelzen eines Drahtes und Herabfallen einer daran hängenden Glocke, sowie auch beim Öffnen erlöschende Lampe, welche sich auf der Glückhilsgrube in Niederschlesien gut bewährt haben soll<sup>8)</sup>, die Lampe von Heinbach<sup>9)</sup>, auf dem Thinnfeldschachte bei Steierdorf mit Erfolg benutzt<sup>10)</sup>, die Lampe von Plimsoll<sup>11)</sup>, Thorneburry<sup>12)</sup>, Wenderoth<sup>13)</sup>, Fumat<sup>14)</sup>, Howat<sup>15)</sup>, Dr. Schondorff (D. R. P. Nr. 57314).

Die Schondorffsche Lampe, bei welcher die Saarbrücker Lampe zum Anhalt genommen ist, hat neben dem dünnen Brenndochte einen dickeren Docht, welcher das Öl aufsaugt und dem Brenndochte dicht unter der Flamme abgibt. Der dadurch ermöglichten reichlichen Zuführung von Öl wird die große Lichtstärke von 1,60 Normalkerzen bei Ruhe, und 1,30 bei Bewegung zugeschrieben, welche die mit Rüböl oder mit »Antibenzin I«

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, Nr. 44.

2) Ponson a. a. O. II, S. 286.

3) Karstens Archiv, 1842, Bd. 16, S. 205.

4) Preuß. Zeitschr. 1869, Bd. 17, S. 85.

5) Berggeist 1869, Nr. 77, Beilage.

6) Polyt. Zentralbl. 1869, S. 640. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869, Nr. 42. — Engineering 1886, S. 295.

7) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1868, S. 78.

8) Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 383.

9) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1858, S. 6.

10) Ebenda 1867, S. 143 u. 149. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1867, Nr. 36.

11) Berggeist 1872, Nr. 62. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1872, S. 411 ff.

12) Dinglers polyt. Journ. Bd. 280, S. 53. — Engineering 1889, S. 592.

13) Preuß. Zeitschr. 1888, Bd. 36, S. 242.

14) Compt. rend. Bd. 106, S. 815.

15) B.- u. H.-Zeitg. 1888, S. 413.

gespeiste Lampe besitzt. Außerdem ist die Oberfläche des Ölbehälters höher gelegt als bei der Saarbrücker Lampe und ein Messer angebracht, mit welchem man den aus zwei Teilen bestehenden Docht abschneidet.

Antibenzin soll das Benzin verdrängen. Antibenzin I besteht, wie das Rüböl, aus reinen Pflanzenfetten, Antibenzin V ist ein reines, schwer-siedendes Mineralöl. Aus diesen beiden Sorten werden die übrigen durch Mischung hergestellt.

Die im Jahre 1890 von Dr. F. Thorne in London hergestellte Lampe nähert sich in Bezug auf Luftzuführung insofern den Petroleumlampen (Flachbrennern), als die Luft durch einen Konus zusammengehalten wird und im Schlitz des Konus mit der Flamme in Berührung tritt. Außerdem hat die Lampe zwei Glaszylinder, deren Zwischenraum oben und unten mit Siebringen bedeckt ist und durch welche die Verbrennungsluft unter den Konus gelangt, und endlich hat die Lampe wie die Müsselerlampe einen Drahtkorb mit Schornstein. Als Brennmaterial dient ein schweres Petroleum.

Die Lampe wird in Bezug auf Sicherheit und Leuchtkraft sehr gelobt, nachteilig erscheint bis jetzt nur ihre Größe und Schwere.

**122. Tragbare elektrische Wetterlampen<sup>1)</sup>.** — Die Trouvé-Lampe<sup>2)</sup> ist eine kleine Edisonsche Glühlampe, bei welcher die Batterie (doppelt-chromsaures Kali) und die Lampe selbst ein Ganzes bilden, sodaß keine Gefahr durch Überspringen von Funken entstehen kann, wie bei der älteren Lampe von Dumas und Benoit, welche mit der auf dem Rücken zu tragenden Elektrizitätsquelle durch Drähte verbunden war.

Die Stella-Lampe<sup>3)</sup> ist in Frankreich am meisten ausprobiert worden. Insbesondere fand sie in den Gruben von Anzin probeweise Verwendung. Ihr geringes Gewicht von nur 1,4 kg und ihre große Brenndauer bis zu 12 Stunden ließ sie für Grubenzwecke geeignet erscheinen.

Die von C. Pollak & Co. in Frankfurt a./M. hergestellte Lampe<sup>4)</sup> besteht aus einem Hartgummikasten, der durch eine Scheidewand in zwei Abteilungen gebracht ist. In diesen befinden sich Akkumulatorenelemente mit Hintereinanderschaltung. Auf dem Deckel des Kastens ist die Lampe angebracht, welche mit zwei Federn in Verbindung steht. Die eine derselben ist dauernd mit einem der beiden unter dem Deckel befestigten Kontakte verbunden, während die andere erst durch Einführung eines

1) Österr. Zeitschr. 1891, S. 584. — D. Urquhart in B.- u. H.-Ztg. 1888, S. 376. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 305, 512.

2) Compt. rend. Bd. 111, S. 336. — Elektrotechn. Zeitschr. 1890, S. 439. — Lampe von Gülcher in Österr. Zeitschr. 1900, Nr. 43.

3) Berg- u. H.-Ztg. 1891, S. 58. — Dinglers polyt. Journ. Bd. 280, S. 296. — Elektrotechn. Zeitschr. 1890, S. 489.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 167, 196, 406. — Elektrotechn. Zeitschr. 1891, S. 32.

Entladestiftes in das an der Seite des Deckels angebrachte Loch mit dem zweiten Kontakte in Verbindung kommt.

Die Bréguet-Lampe ist in ihrer gegenwärtigen Einrichtung unbequem und für Grubenzwecke nicht geeignet. Die Poldrähte sind bei ihr gegen die effloreszierenden Salze zu wenig geschützt. Da sie jedoch in Bezug auf Gewicht und Lichtstärke sehr beachtenswerte Resultate aufweist, so ist man bemüht, die Mängel der Lampe zu beseitigen.

Die Edison-Lampe kann nicht als eine tragbare Lampe angesehen werden, da ihr Gewicht 11 kg beträgt, dafür ist aber auch ihre Lichtstärke viel bedeutender, als diejenigen der vorerwähnten Lampen<sup>1)</sup>.

Auf der Königin Louisen-Grube in Zabrze O./S. ist für Rettungsarbeiten die elektrische Lampe von Schanschilff beschafft, welche 8 bis 9 Stunden brennt, mit Lösung 2,1 kg wiegt und ohne die letztere 30,60  $\mathcal{M}$  kostet. Die Lampe ist wesentlich leichter und um die Hälfte billiger als die Trouvé-Lampe, außerdem ist ihre Brenndauer bei einmaliger Füllung ungefähr fünfmal so groß. Die Kosten für Lösung und Zink belaufen sich auf etwa 8  $\mathcal{F}$  in der Stunde. Der Strom wird durch Eintauchen von Kohle und Zink in schwefelsaures Quecksilber erzeugt<sup>2)</sup>. Endlich sind noch die Akkumulatorlampen von Pitkins und Swan<sup>3)</sup>, von denen die letztere in der Risca-Mine in Wales in Gebrauch sein soll, sowie diejenigen von Bristol und von Hölder zu erwähnen.

Die letztere hat eine durchschnittliche Brenndauer von 8 bis 14 Std.,  $2\frac{1}{2}$  Kerzenstärken, ein Gewicht von 2 kg und kostet 16 fl. Sie wird auf den Werken des Erzherzogs Friedrich bei Karwin (Österr.-Schl.) in Schlagwetter viel benutzt und hat sich gut bewährt.

Zum gleichzeitigen Laden von 250 bis 300 Lampen genügt eine von  $2\frac{1}{2}$  HP betriebene Dynamomaschine. Um der Feuchtigkeit und der wenig sorgsamten Behandlung in der Grube widerstehen zu können, sind die Hartgummizellen des Akkumulators in starke Metallkassetten eingebaut und durch versperbare Metalldeckel geschützt.

Auf Grube König bei Neunkirchen sind in jüngster Zeit namentlich Versuche mit der Lampe von Lehmann & Mann, Modell 99, vorgenommen worden. Insoweit die Versuche darauf gerichtet waren, die Lampe in betriebsfertigem Zustande längere Zeit an einer geeigneten Stelle aufzubewahren, hatten sie ein befriedigendes Ergebnis. Allwöchentlich wurden während zweier Monate die Akkumulatoren durch Messungen mittels Taschenvoltmeters auf ihre Spannung geprüft und von Zeit zu Zeit mehrere Lampen zur Entladung gebracht. Dabei fand man, daß die Lampen bei einer Spannung von 4,2 bis 4,5 Volt und einer Lichtstärke von 1,2 bis 1,5 Normalkerzen 10 bis 15 Stunden leuchteten. Das Gewicht der Lampe beträgt 2,7 kg.

1) Österr. Zeitschr. 1891, S. 585.

2) Preuß. Zeitschr. 1889, Bd. 37, S. 142.

3) Glückauf. Essen 1888, S. 181.

Die Berliner Akkumulatoren- und Elektrizitätsgesellschaft liefert zum Eindringen in Rauchgase elektrische Lampen, Modell 99, einlichtig und zweilichtig, das zweite Licht als Reserve (Type Shamrock I und II), deren massives Gehäuse aus Aluminium besteht und 2,7 kg wiegt. Um die mit der Verwendung von Schwefelsäure verbundenen Nachteile zu vermeiden, enthält der Akkumulator eine poröse Trockenfüllung, welche mit verdünnter Schwefelsäure getränkt ist. Denselben Vorteil der Trockenfüllung hat die elektrische Lampe der Akkumulatorenwerke Zinnemann & Co. in Berlin, sodaß das Gehäuse aus Metall ganz fortfallen und ein solches aus Holz angewendet werden kann, wodurch die Lampe bedeutend leichter wird<sup>1)</sup>.

Hiernach sind es nicht die Batterielampen, sondern die Akkumulatorlampen, welche sich Eingang beim Bergbau verschafft haben.

Übrigens scheint ein Vorfall bei den Gwältigungsarbeiten im Gräfl. Larischschen Johansschachte bei Karwin darzutun, daß auch elektrische Lampen in Grubengasgemischen gefährlich werden können, indem ein weißglühender Kohlenfaden nach Zertrümmerung des Schutzglases Schlagwetter zu entzünden vermag, wie auch schon Mallard, Le Chatelier und Chesneau im Jahre 1890 klargestellt haben. Rotglühende Kohlenfäden sind freilich ungefährlich, leuchten aber nicht.

Gleichwohl bieten elektrische Lampen im Vergleiche zu den Lampen mit Flamme eine erheblich größere Sicherheit in Schlagwettergruben. Nach den in neuester Zeit gemachten Fortschritten ist die elektrische Akkumulatorlampe als das Geleuchte der Zukunft in Schlagwettergruben zu betrachten. Dem Übelstande, daß sie die Schlagwetter nicht anzeigt, kann durch Mitnehmen besonderer schlagwettersicherer, wenn auch wenig leuchtkräftiger Probierlampen oder anderer Gasindikatoren begegnet werden.

Nach vergleichenden Versuchen zwischen Bristol- und Benzin-Lampen, welche auf der Steinkohlengrube in Sekul (Ungarn) angestellt sind<sup>2)</sup>, sollen sich die Betriebskosten für 200 Bristollampen auf wöchentlich 45,43 fl. diejenigen für 200 Benzinlampen dagegen auf 78,0 fl. stellen.

Sussmanns elektrische Grubenlampe<sup>3)</sup> enthält eine, mit Schwefelsäure getränkte plastische Masse und zwei Elemente mit je drei vorher geladenen Bleiplatten. Der ganze Apparat ist luftdicht verschlossen und durch Umhüllen mit harziger Masse isoliert. Aus dieser ragen nur zwei feine Saugröhrchen heraus, durch welche die aus gepreßtem Papier bestehende plastische Masse mit Schwefelsäure feucht erhalten werden kann. Diese Röhrchen leiten auch die durch die elektrische Reaktion im Innern der Lampe sich entwickelnden Dämpfe und Gase ab.

1) Österr. Zeitschr. 1901, S. 517.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1897, S. 11.

3) Revue universelle des mines etc. 1898, Nr. 3.

123. **Verschuß der Wetterlampen**<sup>1)</sup>. — Der Verschuß der Wetterlampen soll derart sein, daß der Ölbehälter mit der brennenden Flamme von dem Oberteile nicht willkürlich gelöst werden kann, weil dadurch in schlagenden Wettern sofort eine Explosion verursacht werden würde. Diese Aufgabe ist noch nicht vollständig gelöst, obgleich einige neuere Einrichtungen der Lösung sehr nahe kommen.

Früher bediente man sich zum Verschlusse gewöhnlich einer Schraubenspindel, welche in eine durch Ölbehälter und Gestellring hindurchgehende Schraubenmutter eingedreht wird. Da diese letztere Einrichtung dem eben erwähnten Zwecke in keiner Weise entspricht, so hat man in Westfalen auf mehreren Zechen, zuerst auf Westfalia bei Dortmund,

124. **Schroeders Patentverschuß** angewendet. Derselbe läßt sich leicht bei allen Lampen anbringen und besteht darin, daß man um den Ölbehälter unter den unteren Ring des Gestelles je einen, mit einem vorstehenden Rand gebohrten Bügel  $aa_1$  legt (Fig. 710) und die Verbindungsstücke mit Blei vernietet. Der betreffende Nietstempel trägt ein Zeichen, welches häufig und beliebig gewechselt werden kann. Der horizontale Schlitz zwischen den Verbindungsstücken ist so eng, daß das Niet nur mit einer feinen Säge zu öffnen ist.

In einer Minute lassen sich zehn Lampen vernieten.

Eine von Schroeder selbst gebaute Lampe hat am Ölbehälter kein Schraubengewinde, die Verbindung desselben mit dem Ringe des Gestelles wird vielmehr durch einen konischen Sitz hergestellt, wodurch die Lampe haltbarer wird und sich weit rascher öffnen und schließen läßt.

Die Kosten der Umänderung aller Lampen in solche mit Schroederschem Patentverschlusse betragen (bei Gustav Noß in Dortmund) 2  $\mathcal{M}$ , eine Garnitur von Apparaten zum Vernieten und Öffnen kostet 130  $\mathcal{M}$ . Auch von Seippel in Bochum wird ein Plombenverschuß empfohlen.

Wenngleich das Öffnen einer solchen Lampe dem Arbeiter nicht unmöglich gemacht ist, so würde ein Täter doch wenigstens sofort ermittelt sein, weil kein Unbefugter die Lampe wieder verschließen kann und weil sich an jeder Lampe die Arbeitsnummer des Inhabers befindet.

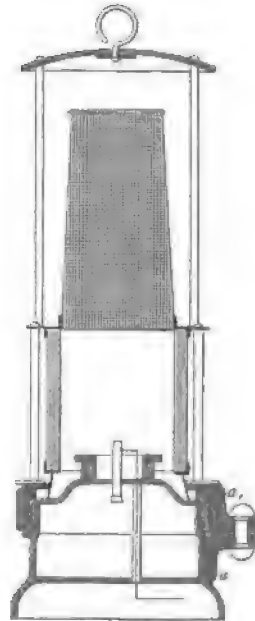


Fig. 710.  
Wetterlampe mit Schroederschem Verschuß.

1) Ann. des mines, t. XVI, 1889, 6<sup>e</sup> livr., S. 565.



125. **Verschuß von Postolka und Eliasch<sup>1)</sup>.** — Bei diesem Verschlusse finden zwei widersinnig geschnittene Schrauben *ac* (Fig. 711, 712, 713 Anwendung. Beide Schrauben sind aus Stahl und besitzen gleiche Gewindehöhe. Die mit dem rechten Gewinde versehene Schraube *a* greift als volle Schraubenspindel in die obere Mutter *c* und trägt überdies die Mutter *b*, welche mittels eines Stiftes an ihr befestigt ist. Die mit dem linken Gewinde versehene Schraube *e* ist hülsenartig über die Schraube *a* geschoben und findet ihre Mutter im Zylinder *d*. Die die Fortsetzung der



Fig. 711.

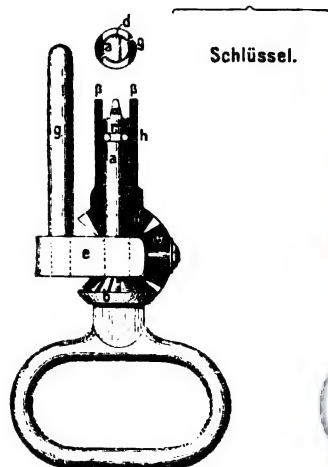


Fig. 712.

Lampenverschuß von Postolka und Eliasch.



Fig. 713.

Muttern *c* und *d* bildenden Teile *g* und *h* sind durch Nieten fest miteinander verbunden.

Infolge dieser Anordnung findet eine Bewegung der Schrauben nur dann statt, wenn beide zugleich, jedoch in entgegengesetzter Richtung, gedreht werden, was mit Hilfe des in Fig. 712 und 713 abgebildeten Schlüssels bewerkstelligt wird. Derselbe besteht aus drei Teilen: dem Griffringe mit der Spindel *a* und dem konischen Triebrade *b*, der Hülse *h* mit dem Triebrade *d* und dem Stege *e* mit dem Bolzen *g* und dem Triebrade *c*. Die mit dem Griffringe und dem Triebrade *b* ein zusammenhängendes Ganzes bildende Spindel *a* ist in dem Stege *e* eingelagert und besitzt an ihrem oberen Ende einen Zahn  $\alpha$ , welcher beim Gebrauche des Verschlusses in einen am unteren Ende der Schraube *a* (Fig. 711) angebrachten Schlitz  $\alpha'$  eingreift und die Schraube *a* in die rechtsgehende Bewegung versetzt. Die Hülse *h* ist über die Schlüsselspindel *a* hinüberschoben und mit dieser

1) E. Homann, Zur Schlagwetterfrage. Österr. Zeitschr. 1890. (Sonderabdruck.)

durch Stift und Rille  $r$  beweglich verbunden. Sie trägt an ihrem oberen Ende zwei Zähne  $\beta$ , welche in entsprechende Einschnitte am unteren Ende der hülsenartigen Verschußschraube  $e$  eingreifen. Die linksgehende Bewegung erhält die Hülse vom Triebrade  $b$  aus, mit Hilfe der Triebräder  $c$  und  $d$ . Der am Stege  $e$  befestigte Bolzen  $g$  dient zur Geradföhrung und wird in den zylindrischen Raum  $f$  eingeföhrt.

Der Verschuß wirkt nun auf die Art, daß die beiden Verschußschrauben mit Hilfe des Schlüssels in entgegengesetzter Richtung in Bewegung versetzt werden, welche Bewegung infolge des Umstandes, daß beide Schrauben mit gleicher Gewindehöhe versehen sind, ganz gleichmäßig erfolgt und durch die an der Schraube  $a$  fixierte Mutter  $b$  begrenzt wird. Um einen eventuellen Fehler im Verschlusse sofort erkennen zu können, ist die Einrichtung getroffen, daß die Verschußschraube  $a$  bei vollständig geschlossener Lampe den Lampenkrantz um 2 mm überragt.

126. **Magnetischer Verschuß.** — Der Verschuß von Dr. Schondorff<sup>1)</sup> wird in zweierlei Weise in Vorschlag gebracht.

Der eine, auf Grube Heinitz bei Saarbrücken eingeföhrt, durch einen einfachen Stift  $D$  bewirkte Verschuß ist durch die Fig. 715 und 716

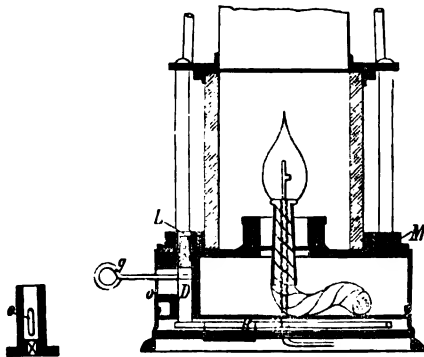


Fig. 714.

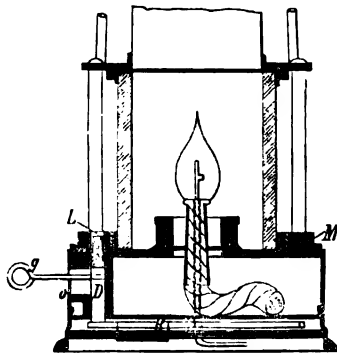


Fig. 715.

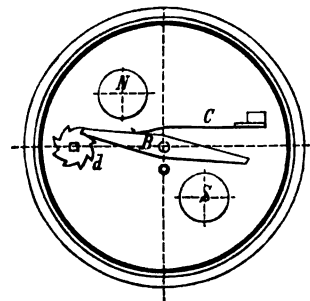


Fig. 716.

Magnetischer Verschuß von Dr. Schondorff.

dargestellt. Nachdem der Stift mit dem, durch die Öffnung  $o$  (Fig. 714 und 715) gehenden Drahte  $g$  gehoben ist, schlägt der, auch hier durch eine Feder  $C$  angedrückte Hebel  $B$  vor und versperrt dem Stifte den Rückweg. Beim Zurückziehen des Hebels durch einen Magneten kann man den Stift herunterdrücken und den Verschuß lösen.

Druckschraube oder Stift greifen entweder in eine, durch Vorsprünge unterbrochene Rinne  $R$  (Fig. 715) oder in besonders dazu gebohrte Löcher  $L$ , welche sich in dem Schraubenringe  $M$  befinden.

1) Preuß. Zeitschr. 1882, Bd. 30, S. 253, 254.

In 1 Minute können in der Lampenstube zum Zwecke des Füllens bequem 10 Lampen geöffnet und verschlossen werden. Der Preis der Lampe stellt sich auf 5,10 *M.*

Ein anderer magnetischer Verschuß ist von Wolf (Friemann & Wolf in Zwickau) an der in 119 beschriebenen, mit Benzin gespeisten Wetterlampe angebracht. Die neueste Einrichtung dieses Verschlusses ist in Fig. 717 dargestellt. In dem Gestellringe, welcher auf den Benzinbehälter geschraubt wird, befindet sich ein um ein Niet drehbarer Anker *a*, welcher durch die Feder *f* derart gegen das Gewinde des Benzinbehälters gedrückt wird, daß das eine Ende *e* des Ankers in eine derjenigen Vertiefungen

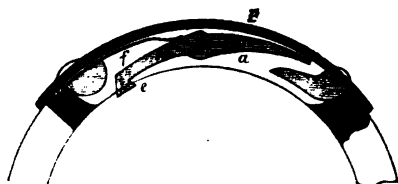


Fig. 717. Wolfs magnetischer Verschuß.

greift, welche im Gewinde des Benzinbehälters angebracht sind. Da jede dieser Vertiefungen einen geraden und einen schrägen Stoß hat, so gleitet die Spitze *e* beim Zuschrauben über die Vertiefungen hinweg, stemmt sich aber bei der entgegengesetzten Bewegung gegen

den geraden Stoß der Vertiefung und verhindert damit das Öffnen der Lampe, welches nur mit Hilfe des in der Lampenstube befindlichen Hufeisenmagneten möglich ist.

Der Schlitz, in welchem sich der Anker *a* befindet, ist nach außen durch eine fest vernietete Metallplatte *p* verschlossen. Setzt man nur die Lampe auf einen am Hufeisenmagneten angebrachten Teller, so legt sich die Platte *p* gegen die Pole des Magneten und die Spitze *e* wird angezogen. Indem man nun das Gestelle der Lampe mit einer Hand festhält, kann man mit der andern Hand den Benzinbehälter losschrauben.

Außer diesem schwachen hat die Firma Friemann & Wolf noch einen starken Spiralfederverschuß hergestellt, für welchen ein Elektromagnet für beliebig hohe Spannungen geliefert wird. In dem Verschußring der Lampe braucht die schwächere Feder nur durch eine stärkere ersetzt zu werden; die Umänderung ist also sehr einfach und überall, wo elektrische Kraft vorhanden ist, zu empfehlen, weil ein solcher Verschuß den Öffnungsversuchen der Arbeiter jedenfalls noch besser widerstehen wird, als derjenige mit der schwächeren Feder.

Bei der Rabeschen Wetterlampe<sup>1)</sup> sind die einzelnen Teile für den magnetischen Verschuß auf dem Ölbehälter angebracht, so daß dieselben leicht nachgesehen und gereinigt werden können.

Der magnetische Verschuß von Grümer und Grimberg in Bochum besteht aus einem hohlen Bolzen, welcher ähnlich, wie die Bleistopfen der Plombenverschlüsse, durch einen an der Lampe angebrachten Ring

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885, S. 459, Taf. IX, Fig. 1—11.

und am Ölbehälter angebrachten Nocken gesteckt wird. In dem hohlen Bolzen wird durch eine Spiralfeder ein Stift nach unten gedrückt, wobei der Stift etwas in eine, am unteren Ende des Bolzens befindliche Öffnung hineinragt. Durch einen in diese Öffnung eingeschobenen Keil wird der Stift nach oben gedrängt, bis er in eine am Keil angebrachte Vertiefung gedrückt wird und nunmehr mit dem oberen Rande des Bolzens glatt abschneidet. Soll die Lampe geöffnet werden, so setzt man einen Magneten auf den Stift. Derselbe wird unter Spannung der Spiralfeder gehoben, sodaß man den Keil herausziehen kann.

Auf Zeche Bonifazius bei Essen ist ein dem Betriebsführer Kellermann patentierter magnetischer Verschuß zur Einführung gelangt, der als ein vervollkommneter Schroederscher Verschuß (124) anzusehen ist. Der bei diesem vorhandene senkrechte Bolzen wird seinerseits wieder durch einen gleichartig konstruierten Bolzen gesichert, den man in fester Lage hält, sodaß ersterer durch magnetische oder gewaltsame mechanische Kraft nur dann aus der Vertiefung im oberen Zangenrande zurückgezogen werden kann, wenn der wagerechte Bolzen vorher entfernt ist.

**127. Verschuß von Albert Höing und Fritz Schmitz in Altendorf (Rheinl.)<sup>1)</sup>.** — Dieser eigenartige Verschuß besteht darin, daß durch eine der hohlen Gerüststangen eine Eisenstange gesteckt ist, welche bis in ein im Ölbehälter angebrachtes Loch ragt. Über dem Drahtkorbe ist eine flache, blecherne Büchse mit einer, aus zusammengelöteten Zink- und Eisenstreifen bestehenden Spirale angebracht. Das innere Ende der Spirale ist in der Büchse befestigt, das äußere Ende trägt einen Verschußriegel, welcher in eine Einkerbung der Stange tritt, sobald durch die Erwärmung bei brennender Lampe ein Aufrollen der Spirale wegen stärkerer Ausdehnung des inneren Zinkstreifens eintritt. Nach dem Erkalten, also nach Erlöschen der Lampe, tritt der Verschußriegel zurück und kann nunmehr die Verschußstange herausgezogen, sowie darnach der Ölbehälter abgeschoben werden. Um das Erkalten der Spirale auf 1½ Stunden auszudehnen, ist in dem oberen Teile der Blechbüchse Schamotte Masse angebracht, welche von der Spirale durch eine Blechplatte getrennt ist.

**128. Andere Verschlüsse.** — Man hat sich auch vielfach bemüht, die Lampen so herzustellen, daß sich beim Öffnen gleichzeitig der Docht zurückschiebt und damit erlischt. Es haben diese Bemühungen aber wenig praktischen Wert, weil derjenige, welcher sich nicht scheut, die Lampe vorschriftswidrig zu öffnen, auch Mittel finden wird, dieselbe wieder anzuzünden.

Außerdem gibt es einen elektro-magnetischen Verschuß von Villiers und einen solchen mit hydraulischem Druck von Cuvelier & Catrice<sup>2)</sup>.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1893, S. 405.

2) Ann. des mines 1889, S. 565. — Revue industr. 1891, S. 108.

Auch hat man ein Läutewerk angebracht, welches beim unbefugten Öffnen von den in der Nähe befindlichen Kameraden gehört werden soll<sup>1)</sup>.

**129. Wartung der Wetterlampen.** — Was die Wartung der Wetterlampen anbetrifft, so besteht in den meisten größeren Kohlenrevieren die zweckmäßige Einrichtung, daß solche auf der Grube selbst durch besonders dazu angestellte »Lampenputzer« in Lampenstuben<sup>2)</sup> besorgt wird. Dort hängen die Lampen an Gestellen mit nummerierten Plätzen. Die Lampe und der Inhaber führen die gleiche Nummer. Eine nach der Schicht leer bleibende Nummer in der Lampenstube zeigt an, daß der Inhaber sich noch in der Grube befinden muß, ebenso, wie eine vor der Schicht nicht abgeforderte Lampe sofort erkennen läßt, welcher Arbeiter nicht eingefahren ist. Die Lampen erfüllen somit gleichzeitig den Zweck der Markenkontrolle.

Als Leuchtmaterial wird gut gereinigtes Rüböl verwendet, welches wenig Ruß absetzt, sodaß die Maschen nicht leicht verstopft werden und das Glas rein bleibt. Noch besser wird dieses bei der Wolfschen Wetterlampe (119) durch Anwendung von Benzin erreicht. Das Reinigen der Drahtkörbe geschieht an einzelnen Stellen durch Handbürsten oder mechanische Rundbürsten, sonst aber durch Ausbrennen, am besten über einem flackernden Feuer von Hobelspänen, oder durch Auskochen in einer Lösung von 1 Teil Soda und 7 Teilen Wasser.

Jeder Arbeiter empfängt seine Lampe verschlossen und angezündet. Man ist dabei sicherer, daß die Lampe sich in gutem Zustande befindet, als wenn die Arbeiter, wie es vielfach in England geschah, die Lampen zu Hause selbst reinigen.

In den meisten Revieren haben die Aufsichtsorgane alle drei Monate eine sorgfältige Revision der Wetterlampen vorzunehmen und über den Befund zu berichten. Auch findet man häufig die sehr gute Einrichtung, daß die Arbeiter, um sie zur besseren Schonung anzuhalten, nicht allein die ihnen gestellten Lampen, sondern auch die Reparaturen und Ergänzungen bezahlen müssen.

**130. Schlußbemerkungen.** — So unverantwortlich das unbefugte Öffnen der Lampen von seiten der Arbeiter ist, so darf man nicht übersehen, wie groß die Versuchung dazu besonders dann ist, wenn die Lampe nicht hell genug brennt, und es dem Arbeiter dadurch erschwert wird, sein Gedingelohn zu verdienen. Es ist deshalb von der größten Wichtigkeit, eine im Wetterzuge nicht erlöschende Wetterlampe zu haben, bei welcher die Verbrennung eine ähnlich vollständige ist, wie bei den hell brennenden und wenig Ruß liefernden Zimmerlampen. Die Wolfsche Benzin-

<sup>1)</sup> Compt. rend. mens. Soc. de l'ind. min. 1891, S. 23.

<sup>2)</sup> Lampenstuben auf Sächs. Steinkohlenbergwerken. Jahrb. f. B.- u. H.-W. im Königr. Sachsen 1890, S. 126. — Österr. Zeitschr. 1891, S. 79. — Glückauf. Essen 1891, S. 134.

lampe, noch mehr aber die elektrische Lampe kommen der Lösung dieser Aufgabe bis jetzt am nächsten.

Die preußische Schlagwetterkommission legt außerdem großen Wert darauf, daß das Zuschrauben der Lampen sorgfältig geschieht und daß keine horizontale ringförmige Öffnung verbleibt, sei es zwischen Glaszylinder und Drahtkorb oder zwischen Glaszylinder und Untergestell. Durch wiederholte Versuche seitens der genannten Kommission im Laboratorium zu Bochum ist festgestellt, daß schon bei geringen Undichtigkeiten, durch Fehlenlassen eines halben Gewindes beim Zuschrauben, durch ein unbedeutendes Versetzen des Glaszylinders aus der senkrechten Richtung, oder durch Zwischenlegen eines Papierschnittzels ein sofortiges Durchschlagen der Flamme hervorzubringen ist. Man sucht deshalb den oberen und unteren Anschluß des Glaszylinders durch stählerne, kupferne oder Gummiringe möglichst vollkommen herzustellen. Auch empfiehlt es sich sehr, daß man, wie es neuerdings in England geschieht, den Glaszylinder mit dem äußeren Gehäuse und mit dem Drahtkorbe durch einen horizontalen Schraubenring verbindet, sodaß die Lampe beim Anzünden nur aus zwei fest verbundenen Teilen, nämlich dem Ölbehälter und dem Drahtkorbe nebst Glaszylinder und äußerem Gestelle besteht. Durch diese Einrichtung wird die Entstehung von Zwischenräumen am oberen und unteren Ende des Glaszylinders weit vollständiger vermieden, als bei den bisherigen Einrichtungen.

Was die Leuchtkraft der Wetterlampen betrifft, so ist dieselbe sogar bei besseren Einrichtungen nur halb so groß, als diejenige offener Grubenlampen, wie sich nach den Versuchen der preußischen Schlagwetterkommission aus folgender Tabelle ergibt.

Anzahl der untersuchten Lampen	Bezeichnung des Systemes und des Brennmateriales	Leuchtkraft, engl. Normal-Spermaceti- (Walrat-) Kerze = 1
5	Müseler-Lampe, gereinigtes Rüböl . . . . .	0,69
2	Marsaut-Lampe, do. . . . .	0,68
4	Wolf-Lampe, Benzin . . . . .	0,66
9	Clanny-Lampe, gereinigtes Rüböl . . . . .	0,62
20	Saarbrücker Lampe, do. . . . .	0,60
50	Westfälische Lampe mit geschlossenem Ringe, gereinigtes Rüböl . . . . .	0,59
19	Westfäl. Lampe mit Siebring, gerein. Rüböl . . . . .	0,56
Sa. 109		Durchschnitt 0,598 oder rund 0,60

gegen 1,40 einer offenen Lampe.

Bei einem und demselben Systeme zeigten sich Verschiedenheiten von 100 : 277, ein Beweis, wie wenig sorgfältig bei der Fabrikation der Lampen im allgemeinen verfahren wird.

Dazu kommt, daß die ursprüngliche Leuchtkraft durch Beschlagen des Glaszylinders und Verstopfen der Drahtmaschen in der Grube noch wesentlich vermindert wird. So wurde auf der Zeche Hansa die Leuchtkraft zweier Clanny-Lampen nach der Schicht zu 0,37 bestimmt, während sie in gereinigtem Zustande 0,60 betragen mochte. Die Wolfsche Benzinlampe ergab bei diesen photometrischen Bestimmungen auf der Zeche Westfalia bei sehr stark beschmutzten Exemplaren im Mittel 0,33, bei weniger beschmutzten Lampen dagegen, deren Zustand im allgemeinen als ein normaler zu bezeichnen sein dürfte, 0,72 Leuchtkraft, während das beobachtete Maximum in reinem Zustande 0,88 betrug. Nach mehrfachen Erfahrungen ist die Leuchtkraft der Benzinlampen am Ende der Schicht zwei- bis dreimal so groß, als diejenige von Öllampen.

Die Kosten der Leuchtkraft betragen bei gereinigtem Rüböl für 1 Lampe und 100 Schichten auf einer größeren Grube:

an Öl . . . . .	5,50 ₰
- Gläsern . . . . .	0,36 -
- Dochten. . . . .	0,07 -
•	
Im ganzen 5,93 oder rund 6 ₰.	

Nach andern Erfahrungen brennen 70 g Rüböl  $12\frac{1}{2}$  Stunden, 70 g Benzin 17 Stunden, was bei einem Preise von 62 ₰ für 100 kg Rüböl und 45 ₰ für 100 kg Benzin bei 10stündiger durchschnittlicher Brenndauer

für 1 Lampe und 100 Schichten 3,47 ₰ bei Rüböl,  
 - 1 - - - - 1,85 - - Benzin

ausmacht.

Der Unterschied im Rübölverbrauche in den beiden vorgenannten Fällen erklärt sich wahrscheinlich daraus, daß im letzteren durch den Schroederschen Patentverschluß (124) das »Rauben« des Öles am Ende der Schicht erschwert ist.

Im Durchschnitte wird man annehmen können, daß die Kosten für 1000 Brennstunden ausschl. Reparatur bei Rüböl 4,5 ₰, bei Benzin 2,25 ₰ für 1 Lampe betragen.

Die Gesamtkosten sollen sich bei der Wolfschen Benzinlampe für 1 Schicht auf durchschnittlich 0,0376 ₰ stellen<sup>1)</sup>.

1) Österr. Zeitschr. 1891, S. 571.

## 10. Kapitel.

### Grubenbrand<sup>1)</sup>.

**131. Entstehung von Grubenbrand.** — Grubenbrand kann entstehen:

- 1) durch Anbrennen der Zimmerung,
- 2) durch Explosion schlagender Wetter,
- 3) durch Selbstentzündung der Kohle.

Brände der Zimmerung können sehr verhängnisvoll werden, wenn die Brandgase, hauptsächlich Kohlenoxydgas und Kohlensäure, durch den Wetterstrom weite Verbreitung finden, wie es bei dem Grubenbrande in den Zellerfelder und Clausthaler Gruben im Jahre 1848 und in weit beklagenswerterem Maße im Jahre 1892 in Pöfbram der Fall war. Es kamen dabei am Harz einige 20 Beamte und Arbeiter — meistens Rettungsmannschaften —, in Pöfbram etwa 300 Mann zu Tode. Zu diesen Grubenbränden sind in neuerer Zeit noch diejenigen in Zollern (Westfalen) und Kleophasgrube<sup>2)</sup> (Oberschlesien) getreten.

Durch Explosion schlagender Wetter werden nachhaltige Brände selten erzeugt. Daß sich der Kohlenstaub durch Explosionen und Sprengschüsse entzünden kann, ist bereits oben (18) erwähnt.

Die häufigste Ursache der Entstehung von Grubenbränden ist die Selbstentzündung der Kohle und zwar sowohl der Braunkohle, als auch der Steinkohle. Bei der ersten tritt die Selbstentzündung, besonders in den Abbauen, sehr leicht ein. Schließt man aber frühzeitig, sobald sich die ersten Spuren der Brandgase durch Geruch bemerklich machen, den Abbau durch Mauern von halber Steinstärke in den Zugangstrecken luftdicht ab, so wird der Brand erstickt, und man kann den Abbau meistens schon nach drei Monaten wieder öffnen.

Bei Steinkohlen entsteht Grubenbrand<sup>3)</sup> weniger leicht, ist aber sehr schwer wieder zu dämpfen. Gewöhnlich muß man sich darauf beschränken, das weitere Vordringen zu verhüten, indem man den Entstehungs-herd abschließt und verloren gibt.

**132. Ursachen der Selbstentzündung.** — Als Ursache der Steinkohlenentzündung bezeichnet Muck<sup>4)</sup> in erster Linie Aufnahme von Sauerstoff,

---

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1857 (Heimbach, Erfahrungen über Grubenbrände). — Österr. Zeitschr. 1869, S. 123 ff., 140; 1871, S. 67. — Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8A, S. 214; 1861, Bd. 9, S. 187. — Robert Lamprecht, Grubenbrand und dessen Bewältigung. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1899.

2) Preuß. Zeitschr. 1897, Bd. 45, S. 314.

3) Ebenda 1856, Bd. 3, S. 193.

4) Die Chemie der Steinkohle von Dr. F. Muck. Leipzig 1891. — Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie von Dr. F. Muck. Bonn 1881, S. 74 ff.



also eine rasch verlaufende Oxydation der Kohle (Verwitterung) unter Bildung von Kohlensäure und Wasser, erst in zweiter Linie die Zersetzung des Schwefelkieses. Letztere wirkt nur bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und ist von Wärmeentwicklung begleitet, welche erwiesenermaßen die Sauerstoffaufnahme steigert.

Die Feuchtigkeit allein hat direkt keinen begünstigenden Einfluß auf Verwitterung<sup>1)</sup>.

Kleinkohle absorbiert den Sauerstoff bedeutend lebhafter, als Stückkohle. Aus diesem Grunde wird sich jene im allgemeinen stärker erwärmen und rascher entzünden als diese.

Erfahrungsgemäß entsteht denn auch Grubenbrand am leichtesten, wenn viel Kleinkohle in den Abbauen zurückbleibt, oder da, wo die Pfeiler durch Druck stark zerbröckelt werden. In den Spalten und an den Rändern der Pfeiler wird dabei viel Kohlenstaub erzeugt, welcher sich aus der angegebenen Ursache entzündet. Daß der Pfeiler durch den Druck warm werden sollte<sup>2)</sup>, ist wohl kaum anzunehmen.

**133. Einfluß des Nebengesteins auf Grubenbrände.** — Ein nach dem Zusammenbrechen dicht abschließendes hangendes Nebengestein begünstigt nach Erfahrungen in Oberschlesien die Entstehung von Grubenbränden. Sind dieselben aber ausgebrochen, so wird deren weitere Ausdehnung im Gegenteil dann befördert, wenn ein undicht abschließendes hangendes Nebengestein die Zuführung von Luft durch Verbindung mit der Tagesoberfläche ermöglicht. Sowie demnach in dieser Beziehung alle Tagesbrüche, Klüfte in Steinbrüchen u. s. w. ausgefüllt und geschlossen werden müssen, so hat man zur Vermeidung der Grubenbrände dafür zu sorgen, daß keine Kleinkohle in den Abbauen zurückgelassen wird.

**134. Branddämme.** — Ein wichtiges Mittel, die Grubenbrände zu lokalisieren und zu ersticken, ist die Aufführung von Brandmauern<sup>3)</sup> (Branddämmen), welche gewöhnlich aus Ziegelsteinen mit Kalkmörtel, nur an besonders feuergefährlichen Stellen mit Lehmörtel errichtet werden. Bei den mächtigen oberschlesischen Flötzen werden Branddämme 6 bis 10 m hoch aufgeführt, erhalten eine Breite von 1,5 m am unteren, 1 m am oberen Ende und werden in einen 0,40 m tiefen Sohlenritz gestellt<sup>4)</sup>. Ein derartiger Damm auf Königsgrube (Oberschlesien) ist 260 m lang.

Querdämme stellt man zweckmäßig doppelt mit Zwischenfüllung von Sand und nur mit einer Stärke von etwa 0,3 m her. Der Zwischenraum betrug auf Haith Colliery bei Dudley 1 m.<sup>5)</sup>

1) Muck, ebenda S. 87.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1865, Nr. 10, S. 77—81.

3) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 3, S. 389; 1860, Bd. 8, S. 197; 1868, Bd. 16, S. 302.

4) Ebenda 1861, Bd. 9, S. 190—197.

5) Ebenda 1856, Bd. 4, S. 68.

135. **Vorläufige Verdämmung.** — Das vorläufige Schließen einer Bauabteilung, oder einer Strecke innerhalb weniger Minuten geschieht am besten durch Heu- oder Strohbindeln, welche vorher in recht schlammiges Wasser getaucht sind. Jeder Mann einer größeren Anzahl von Arbeitern versieht sich mit einem oder zwei solchen Bündeln, welche eiligst neben- oder übereinander gelegt werden, während man die letzten unter der Firste in den noch offenen Raum stopft und so den Damm schließt<sup>1)</sup>.

Solche Heu- oder Strohdämme sind dem Sicherheitsdamm von Wagner (s. u.) vorzuziehen, da sie jederzeit leicht auszuführen und viel billiger, als jener sind.

Ein anderes Mittel zur vorläufigen Schließung sind Bretterdämme. Man nagelt dabei Bretter horizontal, aber etwas übergreifend (Fig. 718) an den Beinen der Türstöcke oder an Stempeln fest und bewirft sie mit Kalkmörtel, welcher weniger leicht rissig wird, als Lehmörtel.



Fig. 718. Branddamm von Brettern.

Wagners tragbarer Sicherheitsdamm<sup>2)</sup> besteht aus einem hölzernen Gehäuse mit vier umlegbaren Beinen und einem Beutel aus elastischem, luftdichtem Stoffe, welcher eine Temperatur von 100° C. aushalten und auch längere Zeit lagern kann, ohne brüchig zu werden. Das Gehäuse wird aus zwei rechtwinkligen Platten von 80 cm Höhe und 60 cm Breite gebildet, welche durch vier 40 cm lange Stehbolzen auseinander gehalten werden. Durch Einpumpen von Luft bläht sich der Beutel auf und paßt sich allen Unebenheiten der Strecke an, wobei inwendig angebrachte Bänder, welche die beiden gegenüberliegenden Seiten des Beutels verbinden, dafür sorgen, daß dieser sich nicht kugelförmig, sondern nur in der Richtung nach der Streckenbegrenzung ausdehnen kann. Sobald der Luftdruck im Beutel 0,5 bis 1 at. erreicht hat, wird derselbe durch Schließen eines Hahnes abgesperrt und der Hahn der Luftpumpe abgeschraubt. Der ganze Vorgang dauert nur 5 Minuten und kann mit 2 Mann ausgeführt werden, worauf das Herstellen des dauernden Dammes ohne Belästigung durch Brandgase und Hitze erfolgen kann. Ein solcher Beutel kostet 300 bis 400 M., kann aber unter Umständen wiedergewonnen und öfter gebraucht werden.

136. **Löschen der Grubenbrände.** — Die bis jetzt zum Löschen der Grubenbrände vorgeschlagenen chemischen Mittel haben nur in wenigen Fällen Erfolg gehabt, so das Einleiten von Kohlensäure<sup>3)</sup>. Vielleicht lag es daran, daß es nicht anhaltend genug geschehen ist. In Sheffield ist

1) W. Wabner a. a. O. S. 213.

2) Glückauf. Essen 1895, S. 1315.

3) Preuß. Zeitschr. 1858, Bd. 6, S. 84. — Ponson a. a. O. t. II, S. 331.

es gelungen, einen Grubenband zu dämpfen, nachdem man 6 mit Kohlensäure gefüllte Stahlflaschen durch ein 50 mm weites Rohr verband und 20 mm weite Abzweigungen, die man in Abständen von 0,3 m anbrachte, durch Löcher in der Verdämmung in das Feuer einmünden ließ. Die gewöhnlichen Stahlflaschen enthielten 13,6 kg Kohlensäure mit 36 at. Druck. Aus 1 kg entwickeln sich bei Atmosphärendruck 550 Liter Gas. Ein Gehalt der Luft von 15% Kohlensäure soll jede Verbrennung unmöglich machen.

Von ungewissem Erfolge ist ferner das Mittel, die Grube unter Wasser zu setzen, weil man durchaus nicht sicher ist, ob nicht nach dem Sumpfen der Wasser das Feuer wieder ausbricht, abgesehen von dem Schaden, den Wasseraufgang in Grubenbauen anzurichten pflegt.

Ebenso zweifelhaft für alle Fälle ist das Absperren sämtlicher Schächte. Am sichersten — eine vollkommene Isolierung des Brandfeldes vorausgesetzt — dürfte es noch in manchen Fällen sein, das Brandfeld völlig ausbrennen zu lassen und zu diesem Zwecke womöglich Bohrlöcher in dasselbe hineinzustoßen.

**137. Selbstentzündung der Kohle in Beständen.** — Um die Selbstentzündung der Kohle in Haldenbeständen zu verhüten, bringt man während des Aufschüttens hölzerne, aus vier Brettern zusammengeschlagene, horizontale und senkrechte Lutten ein. Diese Vorkehrung soll u. a. den Zweck haben, brennbare Gase abzuführen. Da dieselben aber gar nicht vorhanden sind — (es entwickelt sich bei der Sauerstoffaufnahme nur Kohlensäure und Wasser, aber kein Kohlenwasserstoff) — so können die Holzlutten höchstens wärmezerstreuend wirken. Nachweislich ist aber der Einfluß der Holzlutten bei ihrer gewöhnlich undichten Beschaffenheit direkt nachteilig<sup>1)</sup>, denn sie befördern den Luftwechsel und somit die Aufnahme von Sauerstoff im Inneren der Halde. Aus diesem Grunde hat man überall da, wo bei leicht entzündlichen Kohlen Lutten in Anwendung kommen, die Erfahrung gemacht, daß die Entzündung immer an den Berührungstellen von Kohlen und Lutten ihren Anfang nimmt, also da, wo bei gleichzeitigem Austrocknen der Kohle die sauerstoffärmer gewordene Luft durch frische ersetzt wird<sup>2)</sup>.

Richters<sup>3)</sup> empfiehlt deshalb dicht schließende Lutten, welche die Halden ihrer ganzen Länge und Höhe nach durchsetzen, während man vielfach der Ansicht ist, daß dichte Schüttung ohne Anwendung von Lutten, wenn möglich mit einer Ventilation der Oberfläche, etwa durch Lagerung auf einem den Winden zugänglichen Platze, die Selbstentzündung der Kohlenbestände am wirksamsten verhüten werde.

1) Muck a. a. O. S. 96.

2) Ebenda S. 97.

3) Dinglers polyt. Journ. Bd. 195, S. 315 ff.

## 11. Kapitel.

Fahrung in bösen Wettern<sup>1)</sup>.

138. **Wettermasken.** — Die Maske von Pilatre de Rozier bedeckt die Nase, durch welche die frische Luft aus dem Schlauche eingeatmet wird, während man mit dem Munde ausatmet. Bei einem Durchmesser des Schlauches von 20 mm kann man 25—30 m weit vordringen.

Die Maske von Humboldt<sup>2)</sup> (Fig. 719) ist eine Vervollkommnung der eben genannten. Das Mundstück hat zwei Klappen *a* und *b* zum Ein- und Ausatmen, die Nase wird durch eine Klemme geschlossen gehalten. Die Luft führt man in einem Ledersacke auf dem Rücken oder auf einem kleinen Wagen mit. Der tragbare Sack enthält etwa 0,25 cbm, der fahrbare Behälter 1 cbm Luft. Jener reicht für 15—16 Minuten, dieser für 1 Stunde. Auch die Lampe wird aus demselben Behälter gespeist.

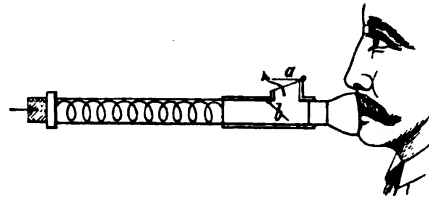


Fig. 719. Maske von Humboldt.

Galiberts Atmungsapparat<sup>3)</sup> ist eine Abänderung der Maske von Humboldt. Die Ventile sind fortgelassen und hat an deren Stelle beim Ein- und Ausatmen die Zunge die eine oder andere Öffnung im Mundstücke zu schließen, was nicht zweckmäßig erscheint, da man bei Rettungsarbeiten seine volle Aufmerksamkeit anderweit nötig hat.

139. **Der Apparat von Robert.** — Er besteht aus einem blechernen Gefäße von etwa 3 l Inhalt, dessen Wandungen durchlöchert sind und in dessen Inneren sich ein mit Kalkmilch getränkter Schwamm befindet, falls man sich in Kohlensäure führende Wetter begeben will. Von dem Gefäße aus geht ein Atmungsschlauch zum Munde des Fahrenden.

In Essig getränkte und vor den Mund gehaltene Tücher und Schwämme wirken nur kühlend, dagegen kann man in Ermangelung der Robertschen Büchse Kissen anwenden, welche eine 3 cm dicke Lage von, mit schwefelsaurem Natron getränktem Kalihydrat enthalten.

Alle diese Mittel haben indes beschränkten Wert und sind nur für kurze Zeit wirksam.

1) Über Rettungsapparate beim Bergbau von Kreischer im Jahrb. für B.-u. H.-Wesen im Kgr. Sachsen auf das Jahr 1886. — Über das Rettungswesen im Bergbaubetriebe mit besonderer Berücksichtigung des Ostrau-Karwiner Revieres von H. Rössner. Österr. Zeitschr. 1898, S. 640.

2) Preuß. Zeitschr. 1855, Bd. 2A, S. 389.

3) Ann. des min. t. V, S. 1864. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866, S. 256.

Das Tränken eines Schwammes mit Kalkmilch würde außerdem nur gegen Kohlensäure, nicht aber gegen das, den Nachschwaden in weit größerer und gefährlicherer Menge beigemengte Kohlenoxyd schützen. Die von R. Wabner<sup>1)</sup> geäußerte Ansicht, daß eine Lösung von Kupferchlorür in Salzsäure ein wirksames Mittel bilde, bedarf insofern der Berichtigung, als das Lösungsmittel (außer Salzsäure besser Ammoniak) die Schwämme rasch zerstören und der Atmung schädliche Dämpfe entwickeln würde. Auch erfolgt die Absorption des CO sehr langsam, sodaß die Luft bei einmaligem Durchstreichen eines Schwammes auch nicht annähernd frei von CO sein würde. Endlich ist zu bemerken, daß die Lösungen von Kupferchlorür durch den Luftsauerstoff sehr schnell oxydiert und dann unwirksam werden.

**140. Schwanns Apparat.** — Bei dem Apparate von Professor Schwann in Lüttich trägt der Arbeiter auf der Brust einen flachen, elastischen Behälter mit atmosphärischer Luft von gewöhnlicher Spannung und einem für einen Atemzug genügenden Inhalt. Die von hier eingeatmete Luft gelangt beim Ausatmen in einen, auf dem Rücken zu tragenden, mit gelöschtem Kalk gefüllten Apparat, in welchem die Kohlensäure zurückgehalten wird. Die so gereinigte Luft gelangt in den ersten Behälter zurück<sup>2)</sup>.

**141. Fleuss-Apparat<sup>3)</sup>.** — Von größerer Bedeutung für den Bergbau dürfte der Fleuss-Apparat sein, der in seinen Hauptteilen mit dem Schwannschen Apparate übereinstimmend ist.

Der Fleuss-Apparat wird auf dem Rücken getragen und besteht zunächst aus einem Regenerationsapparate und aus einem Sauerstoffbehälter, welche so miteinander verbunden sind, daß sie die Form eines Tornisters bilden.

Der Sauerstoffbehälter, am unteren Ende des Tornisters angebracht, ist aus starkem Kupferblech in zylindrischer Form hergestellt (32 cm lang, 16 cm Durchmesser, 6—7 l Fassungsraum) und verträgt eine Pressung bis zu 20 Atmosphären.

Der Regenerationsapparat bildet den oberen kastenförmigen Teil des Tornisters, ist aus Hartgummi hergestellt, 290 mm hoch, 300 mm lang und 59 mm breit. Nach den auf Grube Maybach bei Saarbrücken im Jahre 1885 angebrachten Abänderungen besteht der Apparat aus vier durch senkrechte Wände gebildeten, unter sich in Verbindung stehenden Abteilungen, welche durch mehrere horizontale, gelochte Bleche weiter geteilt sind. Auf diese Bleche wird zum Zweck der Aufsaugung von Kohlensäure und Staub abwechselnd Hanf und kaustische Soda gebracht.

1) R. Wabner a. a. O. S. 53.

2) Ch. Demanet a. a. O. S. 470.

3) Preuß. Zeitschr. 1886, Bd. 34, S. 272. — Österr. Zeitschr. 1887, S. 45.

Außerdem ist der Apparat mit Ausnahme der, dem Rücken des Arbeiters zugekehrten Seite, mit einem Doppelmantel zur Aufnahme von Kühlwasser versehen.

Hat die ausgeatmete Luft das Absorptionsgefäß passiert, so tritt sie von Kohlensäure gereinigt in einen auf der Brust getragenen Luftsack aus vulkanisiertem Kautschuk ein, in welchem ihr aus dem Sauerstoffbehälter die nötige Menge Sauerstoff zugeführt wird, sodaß die Luft abermals zur Atmung geeignet erscheint.

Das Gesicht des Trägers ist durch eine luftdichte Gummimaske geschützt, die einen möglichst genauen Anschluß an das Gesicht gestattet. Der mittlere Teil derselben ist stark vorspringend, um über Nase und Mund eine Aushöhlung zu schaffen, welche eine freie Ein- und Ausatmung ermöglicht. Ferner steht die Maske durch zwei kurze Hartgummirohre einerseits mit dem Absorptionskasten für die Ausatmung, anderseits mit dem Luftsack für das Einatmen in Verbindung.

Der ganze Apparat samt Füllung hat ein Gewicht von 14 kg. Zur vollständigen Ausrüstung gehört auch eine Lampe, welche sich auf die Benutzung des Drummondschen Kalklichtes stützt und 6 kg wiegt. Der Apparat kostet (bei Fleuss Breathing Dress and Safety Lamp Co., 27 Martins Lane, Cannon-Street, London E. C.) mit Lampe 1000 *ℳ*, die Lampe allein (Patent Fleuss & Förster) 260 *ℳ*.

142. **Pneumatophor.** — Dieser von dem Erzherzoglich Friedrichschen Kameraldirektor, Ritter von Walcher-Uysdal im Vereine mit Professor Dr. Gustav Gärtner und dem Fabrikanten Gustav Benda in Wien konstruierte Apparat wird als besonders geeignet für das Vordringen in Nachschwaden und Rauch empfohlen. Er enthält bei seiner ersten Ausführung in einem aus luftdichtem Stoffe hergestellten Atmungsbeutel von 450 mm Breite und 550 mm Länge, in dessen Innern sich Luffa-Schwämme befinden, eine Sauerstoffflasche aus Stahl mit 0,6 l Inhalt, auf 250 at. geprüft und mit einem durch eine außen angebrachte Schraube zu regelnden Ventil, ferner einen Laugenapparat und eine Nasenklemme. Der Laugenapparat ist ein Zylinder aus gelochtem Blech, welcher die mit einem Kautschukstöpsel geschlossene Glasflasche mit 425 ccm 40%-iger Natronlauge enthält. Der Apparat wird auf der Brust getragen und ist mit einem Atmungsrohre versehen, durch welches aus- und eingeatmet wird.

Beim Gebrauche wird die Glasflasche durch Einschrauben eines Stiftes zertrümmert, die Natronlauge ergießt sich in das Innere des Beutels, wird von den Luffa-Schwämmen aufgenommen und bindet demnächst die ausgeatmete Kohlensäure, während aus der Sauerstoffflasche Sauerstoff in den Beutel strömt und zwar in solchem Überschusse, daß die eingeatmeten Gase 96% Sauerstoff enthalten, welcher immer wieder mit eingeatmet wird. Neuerdings ist die Luffa durch ein Nickeldrahtnetz ersetzt, welches der Einwirkung der Natronlauge auf die ausgeatmete Luft bessere Bedingungen bietet. Der Apparat, welcher in einer besonderen Packtasche

transportiert und aufbewahrt wird und sowohl für Rettungsmannschaften, als auch, an geeigneten Stationen in der Grube aufbewahrt, für Selbstrettung der Arbeiter bestimmt ist, hält bei Bewegung oder Arbeit 30 Minuten, sonst mindestens eine Stunde vor. Das alleinige Ausführungs- und Verkaufsrecht hat die Fabrik Waldek, Wagner und Benda, Wien I, Opernring 10. Der Preis beträgt nur 42 fl. pro Stück.

Der ursprüngliche Walcher-Gärtnersche Apparat ist von Behrens und Meyer in Herne für den Gebrauch auf den Gruben der Gesellschaft »Hibernia« umgeändert und verbessert worden.

Bei dem neuen Apparate, Shamrock-Type, ist der auf der Brust zu tragende Atmungssack zwar beibehalten, die Laugenflasche aber ganz weggelassen worden. Die Natronlauge wird direkt in den Atmungssack eingegossen. Um das Gewicht des Apparates mehr auf den Rücken des Trägers zu übertragen, hat man den Sauerstoffbehälter in einem, wie eine Patrontasche getragenen Futteral untergebracht, auch statt einer zwei Stahlflaschen mit je einem Abflußventil eingerichtet. Jede Flasche hat 0,6 l Inhalt. Der Sauerstoff ist auf 100 Atmosphären verdichtet. Die Sauerstoffbehälter stehen durch einen über die Achsel gehenden Schlauch mit dem Atmungssack in Verbindung. Da der Sauerstoffverbrauch gewöhnlich 1 Liter in der Minute beträgt, so reicht der Vorrat gut für 2 Stunden aus. Das Gewicht des zum Gebrauche fertigen Apparates beträgt 8,8 kg.

Die Versuche auf den Gruben der Gesellschaft Hibernia haben bewiesen, daß der verbesserte, mit 2 Sauerstoffflaschen ausgerüstete Walcher-Gärtnersche Atmungsapparat nicht nur zur Rettung von Leuten aus entlegenen, mit unatembaren Gasen erfüllten Grubenräumen geeignet ist, sondern auch bei andauernden, gefährlichen Arbeiten in der Grube, z. B. der Herstellung, sowie dem Öffnen und Schließen von Branddämmen, beim Einbau von Stempeln, Fahrten u. s. w. in mit Kohlenoxyd erfüllten Räumen gut gebraucht werden kann.

Die Kosten der ersten Anschaffung von 10 Atmungsapparaten jeder mit 2 Sauerstoffflaschen, dann die jährlichen Unterhaltungskosten und die für die Einübung der Mannschaften nötigen Auslagen sind nach Behrens folgende.

#### I. Anschaffungskosten:

1) 1 Sauerstoffüberfüllapparat (von Stohmann) . .	137 ₰
2) 5 Stahlzylinder von je 10 l Inhalt à 45 ₰ . .	225 -
3) 10 Stück Zweiflaschenapparate à 127,5 ₰ . . .	1275 -
4) Schlüssel, Fracht u. s. w. . . . .	62 -
	Sa. 1700 ₰

oder für einen Apparat 170 ₰.

II. Laufende Unterhaltungskosten, wenn 10 Mann jährlich achtmal auf den Gebrauch des Apparates eingeübt werden:

1) Beschickungskosten an Natronlauge, für eine Übung 0,39 <i>M</i> ,	
also für 8 Übungen . . . . .	31,2 <i>M</i>
Sauerstoff 120 l pro Mann und Übung = 1,72 <i>M</i> . . .	137,6 -
2) Löhne für die Stunde 0,75 <i>M</i> , für die Übung zu 3 Stunden	
= 2,25 <i>M</i> . . . . .	180,0 -
	<b>Sa. 348,8 <i>M</i></b>

oder pro Stück Rettungsapparat 34,88 *M* jährlich.

Für gewöhnlich werden einer Rettungsmannschaft vier mit den Apparaten gut eingeeübte Leute zugeteilt und für eine größere Grube müssen 10 Apparate mit dem nötigen Sauerstoff angeschafft und in gutem Zustande bereit gehalten werden<sup>1)</sup>.

Der von Neupert<sup>2)</sup> abgeänderte Walchersche Apparat ist noch mit Maske und Rauchhelm versehen, welche das Gesicht des Trägers gegen strahlende Wärme schützen sollen. In dem ledernen Helme ist vor dem Gesicht eine Glasscheibe zum Durchsehen angebracht. Anstatt der Natronlauge ist festes kaustisches Kalium in Stangenform verwendet.

Eine andere Abänderung des Pneumatophors zeigt der automatische Sauerstoff-Rettungsapparat von Giersberg, Modell 1901<sup>3)</sup>. Das Charakteristische desselben beruht in der Neuerung, daß die lebendige Kraft des ausströmenden Sauerstoffs zur Absaugung der gereinigten Luft aus dem, auf dem Rücken getragenen Regenerator benutzt wird. Die ausgeatmete Luft gelangt durch den Schlauch *c*, siehe Fig. 720, zum Regenerator, welcher über den Sauerstoffflaschen *s* liegt und mit dem Einatmungsschlauch *a* durch ein Schlauchstück verbunden ist. Aus den Sauerstoffflaschen tritt in ununterbrochenem Strome, dessen Stärke durch Handräder an den Flaschen geregelt wird, der Sauerstoff aus. An einem kleinen Manometer ist der Inhalt der Flaschen jederzeit erkennbar. An der Stelle, wo der vom Regenerator kommende Schlauch mit dem Einatmungsschlauch verbunden ist, befindet sich ein kleiner Injektor, der

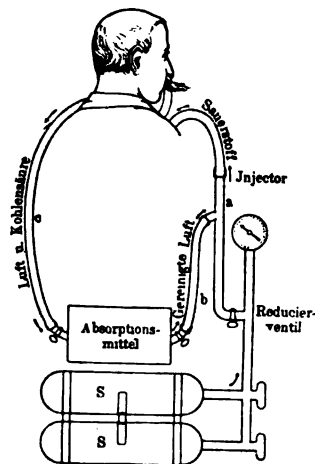


Fig. 720. Sauerstoff-Atmungsapparat von Giersberg.

1) Robert Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Leipzig 1901, S. 58.  
 2) Österr. Zeitschr. 1898, Nr. 1—3. — R. Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Leipzig 1901, S. 57.  
 3) Glückauf. Essen 1901, S. 543. — Österr. Zeitschr. 1901, S. 516 und 683 (Vergleich zwischen Pneumatophor und Giersberg-Apparat).



mit Hilfe des durchströmenden Sauerstoffs die im Regenerator gereinigte Luft ansaugt. Die ausgeatmete Luft tritt von unten in den Regenerator und durchdringt unter der Kraft des Injektors eine lockere Zwischenlage von festem Natronkalk. Damit ist eine bessere Durchdringung des die Kohlensäure absorbierenden Körpers erreicht, als bei den andern ähnlichen Apparaten, auch ist mit der Anwendung des festen Natronkalkes die Gefahr beseitigt, daß flüssige Lauge durch das Schütteln des Sackes, welches bei den Pneumatophoren wiederholt erfolgen muß, um eine bessere Absorption der Kohlensäure zu erreichen, in den Mund des Trägers kommen kann. Der Apparat von Giersberg wird mit und ohne Maske gebraucht.

Es ist jedoch zu bemerken, daß es bei allen Apparaten dem Träger schwer ist, sich verständlich zu machen. Sodann ist es unbedingt erforderlich, daß die Rettungsmannschaften, wie es vielfach bereits geschieht, sich durch häufige Übungen mit den Apparaten sowohl, als auch besonders mit der zugehörigen Akkumulatorlampe vertraut machen, um im Ernstfalle Ersprößliches leisten zu können.

143. **Loebs Patent-Respirationsapparat** ist eine weitere wesentliche Vervollkomm-



Fig. 721.

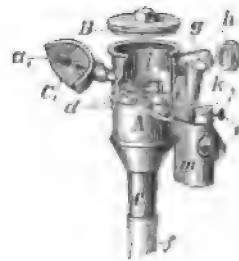


Fig. 722.

Loebs Patent-Respirationsapparat.

nung der Masken von Pilatre de Rozier und Humboldt, vergl. Seite 835. In Fig. 721 ist *C* eine Schutzbrille mit Gummiwulst, deren Gläser durch einen, wie ein Schieber angebrachten Wischer gereinigt werden können. *B* ist die Nasenklemme und *A* der Atmungsapparat, welcher durch einen elastischen Verbindungsschlauch mit dem Filter 3 verbunden ist. Der letztere sitzt an einer mit dem Leibriemen 6 festzuschnallenden Metallführung 4. Der mit dem Filter 3 fest verschraubte Luftzuführungsschlauch hat ohne Luftpumpe eine Länge von höchstens 30 m.

Fig. 722 zeigt den aus einer vernickelten Messingröhre bestehenden Atmungsapparat *A* in vergrößertem Maßstabe und im Durchschnitte, um

die drei Ventile *d* zum Einatmen und ein Ventil *i* zum Ausatmen versehen zu können. *B* ist die obere Verschlussschraube. Das Ventil *i*, eine Gummimembran, wird in die Röhre *gh* eingespannt. Durch den Rohransatz *k* entweicht die ausgeatmete Luft. Durch einen Druck auf den Knopf *n*, welcher sich an dem Ende einer Signalpfeife *l* befindet, kommt die letztere unter den Rohransatz *k*, sodaß man bei starkem, stoßweisem Ausatmen laute Piffe als Signale ertönen lassen kann. Die Schutzhülse *m* umgiebt die Pfeife und *c* ist ein Verbindungsstück für den elastischen Schlauch *f*. Das mit dem unteren Raume des Ventilgehäuses *A* in Verbindung stehende Gummimundstück *C*<sub>1</sub> (Fig. 722) kommt bei Anwendung des Apparates zwischen Lippen und Zähne, während die letzteren die zwei vorstehenden Lappen *a*<sub>1</sub> festhalten.

Beim Vordringen in irrespirable Gase auf nicht mehr als 30 m Entfernung hat sich Loebs Apparat bei industriellen Werken über Tage vielfach bewährt und erscheint bei seiner Handlichkeit unter entsprechenden Verhältnissen auch für Herstellung von Branddämmen u. dergl. brauchbar. Der Preis des Apparates stellt sich einschließlich Schutzbrille auf 45 *M* und für das laufende Meter Luftzuführungs-Spiralschlauch auf 5 *M*.

**144. Apparate von Combes und Kraft.** — Der erstere besteht aus einem zylindrischen Gefäße, welches 0,33 cbm Druckluft faßt und von dem aus ein Schlauch mit Mundstück zum Munde führt. Das Mundstück enthält ebenfalls zwei Klappen.

Der Apparat von Kraft<sup>1)</sup> ist eine Flasche mit etwa 10 l Luft von 15 Atmosphären Pressung. Derselbe wird auf dem Rücken getragen und darüber ein Wamms gezogen, welcher Kopf und Oberleib bis zu den Hüften bedeckt. Für die Augen sind Gläser in dem Wamms angebracht. Beim Gebrauche öffnet der Mann einen Hahn an der Flasche und läßt soviel Luft heraus, als zum Atmen notwendig ist. Der Apparat ist für  $\frac{1}{4}$  Stunde ausreichend.

**145. Niederdruckapparat von Rouquayrol-Denayrouze.** — Auf einigen Gruben hat man mit Erfolg die Taucherapparate von Rouquayrol-Denayrouze angewendet, so u. a. auf Königin Luisengrube in Oberschlesien<sup>2)</sup>.

Von dem vollständigen Taucherapparate läßt man Helm und Lederanzug fort und gebraucht nur den Tornister mit dem Respirationsschlauche, ferner eine Nasenklemme, eine Lampe, sowie eine Luftpreßpumpe mit den nötigen Zuführungsschläuchen.

Durch das Ventil *o* (Fig. 723) wird die gepreßte Luft zunächst in den Behälter *A* gepumpt. Der Atmungsschlauch steht aber mit der Vor-

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1861, S. 45. — Jahrb. des schles. Ver. eins f. B.- u. H.-W. Jahrg. 1861, S. 271. — Serlo, Bergbaukunde 1879. II, S. 476.

2) Preuß. Zeitschr. 1868, Bd. 16, S. 302.

kammer  $x$  in Verbindung, in welcher die Spannung der Luft 1 Atmosphäre beträgt. Sobald jedoch durch das Einatmen eine Verdünnung eintritt, wird die übergezogene Kautschukhaube  $B$  eingedrückt, dadurch schiebt der Stift  $s$  das Ventil  $p$  etwas zurück, sodaß Luft aus  $A$  in  $x$  einströmen kann.

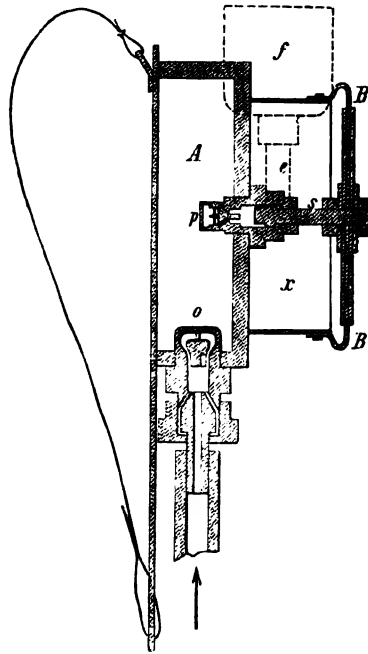


Fig. 723.  
Niederdruckapparat von Rouquayrol-Denayrouze.

Beim Ausatmen geht die Luft durch denselben Schlauch nach  $x$  zurück, die Spannung steigt dadurch etwas über 1 Atmosphäre und es öffnet sich ein an der Röhre  $c$  angebrachtes Ausblaseventil  $f$ . Dasselbe besteht aus zwei Kautschukblättern, welche an den beiden langen Rändern zusammengeklebt sind. Vor dem Ventile  $o$  befindet sich ein Drahtgewebe, um Staub fern zu halten. Dasselbe setzte sich aber bei dem Gebrauche auf Königin Luisengrube in Zabrze schnell zu, sodaß L. von Bremen in Kiel, welcher den in Rede stehenden Apparat liefert, in ähnlichen Fällen hinter der Luftpumpe die Luft erst durch eine Filzplatte streichen läßt. Die Kosten für einen vollständigen Apparat, einschl. Luftpumpe und 50 m Schlauch, betrugen in Zabrze etwa 1200  $\mathcal{M}$ .

Auch auf Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken<sup>1)</sup> hat man derartige Apparate angewendet.

146. **Tornister mit Beleuchtungsregulator.** — Um aus dem Tornister auch eine Lampe speisen zu können, hat man demselben später eine andere Einrichtung gegeben<sup>2)</sup>, welche Fig. 724 in ihrer äußeren Form, Fig. 725 im Durchschnitte zeigt und welche auf denselben Grundsätzen beruht, wie der vorstehend beschriebene Tornister. Der größere Regulator  $A$  dient zum Atmen, aus dem kleineren  $B$  wird einer Wetterlampe die nötige Verbrennungsluft geliefert. Durch das Rohr  $a$  (Fig. 724) wird dem Luftbehälter  $d$  die Luft von der Pumpe her zugeführt, der Rohr-

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1872, S. 316; 1873, S. 110. — Preuß. Zeitschr. 1872, Bd. 20, S. 369.

2) Atmungs- und Beleuchtungsapparate und ihre Anwendung für den Bergbau. L. v. Bremen & Co., Kiel, Fabrik Rouquayrol-Denayrouze. Paris-Kiel 1873.

ansatz *b* vermittelt durch einen Atmungsschlauch die Verbindung zwischen dem Munde des Arbeiters und der Luftkammer *e*. An demselben Schlauche befindet sich bei *c* ein ebensolches Ausblaseventil von Kautschuk, wie es vorhin beschrieben wurde.

Der Behälter *d* besteht aus starkem, die Luftkammer *e* aus schwächerem Stahlblech.

Der kleinere Beleuchtungsregulator *B* ist in seiner inneren Einrichtung demjenigen des Atmungsregulators vollständig gleich und steht mit diesem durch zwei Rohre *f* und *g* in Verbindung. Durch *f* gelangt die Luft in den Behälter, von da, nach dem Aufstoßen des Verbindungsventiles, in

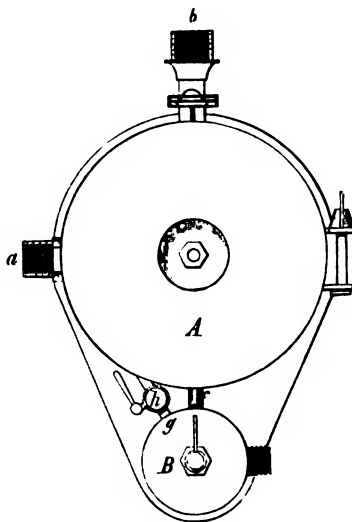


Fig. 724.  
Tornister mit Beleuchtungsregulator.

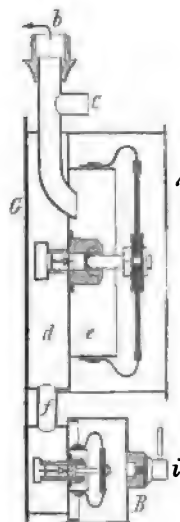


Fig. 725.

die Luftkammer und aus dieser durch einen besonderen Schlauch zur Lampe.

Das Rohr *g* mündet zwischen Kautschukhaube und einen, die letztere luftdicht umschließenden, bronzenen Deckel, es ist mit einem Hahne *h* (Fig. 724) versehen, welcher den Luftzutritt regelt. Man hat durch diese Einrichtung einen stärkeren Druck auf die Kautschukkappe herbeigeführt und damit einen Ersatz für die beim Einatmen hervorgebrachte Verdünnung in der Luftkammer, bzw. die Möglichkeit erreicht, daß durch das Niederdrücken der Kautschukkappe mit ihrem Deckel das Verbindungsventil aufgestoßen wird.

Sollte durch das Stellen des Hahnes *h* zuviel Druck auf die Kautschukkappe gebracht sein, so kann durch den Hahn *i* wieder etwas Luft abgelassen werden.

Der Regulator, dessen Gesamtgewicht 4 kg beträgt, ist mit seiner Grundplatte *G* auf dem Rücken einer Weste von starkem Segeltuche aufgenäht, welche der Arbeiter anzieht und auf der Brust mit Riemen und Schnallen schließt.

Außerdem braucht man noch eine Nasenklemme aus Bronze zum Verschließen der Nase, weil der Arbeiter nur mit dem Munde ein- und ausatmen soll, ferner eine Brille, bei welcher die Augengläser zwischen Leder und Kautschuk gefaßt sind, für den Fall, daß die Gase den Augen schädlich sein könnten, und endlich einen Haspel, von welchem beim Vordringen der Schlauch abgehaspelt und beim Zurückgehen wieder aufgerollt wird.

Die zu dem Apparate gehörige, mit dem Beleuchtungsregulator verbundene Wetterlampe wird mit Petroleum gespeist und ist in ihrer äußeren Erscheinung den gewöhnlichen Wetterlampen mit Glaszylinder (Clanny, Boty u. s. w.) ähnlich. Übrigens ist diese Lampe wenig gebraucht und würde eine elektrische Akkumulatorlampe unbedingt vorzuziehen sein.

147. **Fahrbarer Hochdruckapparat.** — Außer dem eben beschriebenen Niederdruckapparate, bei welchem der Arbeiter durch den Schlauch in direkter Verbindung mit der Luftpumpe bleibt, haben Rouquayrol-Denayrouze noch einen fahrbaren Hochdruckapparat hergestellt.

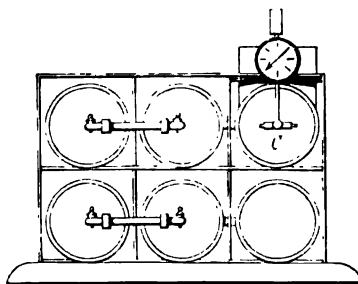


Fig. 726.

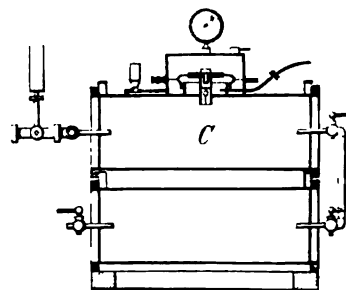


Fig. 727.

Fahrbarer Hochdruckapparat.

Während man bei jenem nur der Schlauchlänge entsprechend weit vordringen kann, nimmt man bei diesem eine, für etwa drei Stunden genügende Menge Preßluft von 25 Atmosphären Spannung mit sich, indem man den betreffenden Behälter, vorausgesetzt, daß die Streckensohle nicht verschüttet ist, auf einer Karre vor sich her schiebt, oder auf einem Räderwagen nachzieht und ihn an einem geeigneten Punkte möglichst nahe an der Arbeitsstelle stehen läßt. Der Behälter (Fig. 726 und 727) besteht aus sechs zylindrischen Vorratskammern von starkem Stahlblech, welche auf einen Druck von 40 Atmosphären geprüft sind und die Luft von der Pumpe her aufnehmen. Dieselben fassen zusammen 120 l und

können demnach bei 25 Atmosphären Spannung mit 3000 l Luft von 1 Atmosphäre Spannung gefüllt werden.

Der sechste Zylinder *C* dient zur Luftverteilung, und ist ebenso, wie die vorhin beschriebenen Regulatoren, mit Ventil, Kautschukkappe u. s. w. versehen. Aus ihm tritt die Luft, durch die Tätigkeit der Luftkammer auf etwa 2 Atmosphären verdünnt, durch einen Schlauch in den auf dem Rücken des Arbeiters befindlichen Atmungs- und Verbrennungsregulator (Fig. 726 und 727).

148. **Tornisterapparat.** — Endlich ist noch der aus derselben Fabrik stammende tragbare Hochdruck-Atmungs- und Beleuchtungsapparat oder Tornisterapparat zu erwähnen, welcher insofern

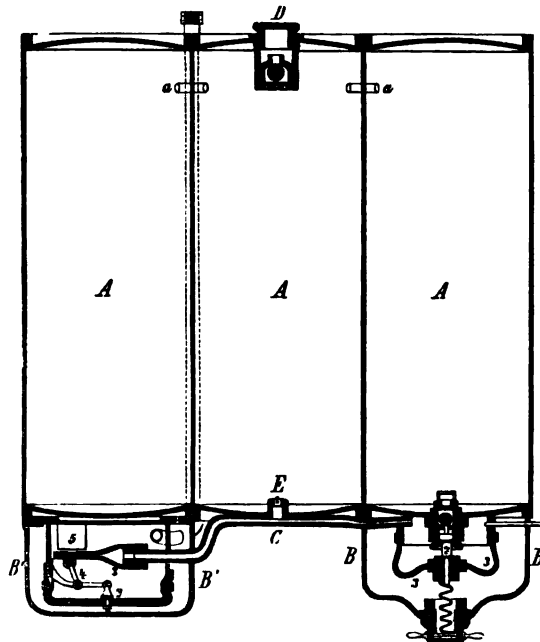


Fig. 728. Tornisterapparat von Bouquayrol-Denayrouze.

bequemer ist, als der fahrbare Hochdruckapparat, weil man mit ihm leichter überall hin gelangen kann, auch wenn die Streckensohle nicht frei von Gebirge, umgeworfenen Thürstöcken u. s. w. sein sollte. Allerdings reicht dieser Apparat nur für etwa 25 Minuten aus, da sich nach den angestellten Versuchen ergeben hat, daß der Arbeitende nach einiger Übung in der Minute etwa 1 Atmosphäre des im Tornister enthaltenen Überdruckes von 26 Atmosphären verbraucht.

Der Tornisterapparat<sup>1)</sup> (Fig. 728) besteht aus drei Zylindern *A* von Stahlblech (40 cm hoch und 40 cm breit, 15 l Inhalt), welche durch die Öffnungen *aa* miteinander verbunden sind, sowie aus dem Luftverteilungsregulator *B* und dem Atmungsregulator *B'* — beide durch eine eiserne Röhre *C* verbunden —, ferner dem Füllungsventile *D*, und endlich aus verschiedenem Zubehör, als Atmungsschlauch, Mundverschluß, Nasenklemme, Brillenmaske, Tragriemen u. s. w.

Durch das Füllungsventil *D* tritt die Luft in den Apparat, sobald der Druck derselben imstande ist, das dort angebrachte Kautschukventil (Kugel) niederzudrücken.

Aus dem rechten Zylinder *A* gelangt die Luft in den Luftverteilungsbehälter *B*, nachdem infolge eingetretener Verdünnung die Kautschukkappe (3) niedergedrückt und mit Hilfe des Stiftes (2) der im Boden des Zylinders liegende Kautschukstempel in die Höhe gestoßen ist.

Aus dem Regulator *B* führt einerseits ein Rohransatz zur Lampe, anderseits das Rohr *C* in den Atmungsregulator *B'*, in welchen, von oben herkommend, der Respirationsschlauch mündet. Das Rohr *C* ist mit einem Kautschukblattventil (3) versehen, welches durch einen, mit der Kautschukkappe (2) verbundenen Hebelapparat (4) gegen ein Blech (5) gedrückt und damit geschlossen gehalten wird, wenn der Druck im Regulator steigt. Wird jedoch beim Einatmen die Kautschukkappe eingedrückt, so entfernt sich der Hebelapparat vom Ventile und dasselbe kann sich öffnen.

Der Schraubeneinsatz *E* im Boden des mittleren Zylinders dient zum Aufsetzen eines Manometers, mit dessen Hilfe man den im Apparate befindlichen Luftvorrat beobachten kann.

Ein vollständiger Tornisterapparat kostet einschl. Luftpumpe, Füllungs-schlauch, Lampe und Verpackung 2140 M., eine Wetterlampe mit eigenem Luftbehälter, Luftverteilungsregulator und Manometer, vollständig mit Ersatzstücken, 300 M.

149. **Atmungsapparat von L. von Bremen & Co. in Kiel.** — Dieser ursprünglich für Feuerlöscharbeiten bestimmte Apparat hat sich bei Bewältigung eines Grubenbrandes am Wilhelm-Schachte bei Polnisch-Ostrau<sup>2)</sup> und auf dem Franziskaschachte bei Karwin vortrefflich bewährt. Man brauchte dabei Atmungsgeräte, welche den Arbeitern ein stundenlanges Verweilen und Arbeiten in bösen Wettern gestatteten und konnte keinen der vorhin beschriebenen, sowie noch einige andere Apparate für diesen Zweck verwenden, weil sie entweder ungenügend oder unbehilflich waren.

1) Tragbarer Hochdruck-Atmungs- und Beleuchtungsapparat (Tornisterapparat). L. v. Bremen & Co. Kiel 1876. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875, S. 524; 1876, S. 91. — Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24, S. 168. — Dingers polyt. Journ. Bd. 220, S. 422.

2, Österr. Zeitschr. 1885, Bd. 33, Nr. 39 ff.; 1895, Bd. 43, Nr. 24 ff., Nr. 32 ff.

Mit dem Rouquayrolschen Apparate (145) konnte der kräftigste Mann kaum  $\frac{1}{4}$  Stunde atmen.

Der Atmungsapparat von L. von Bremen besteht aus einer leichten Lederjacke mit einem durch spanisches Rohr versteiften Korkhelm. An demselben befindet sich eine dicke geschliffene Glasplatte zum Durchsehen, welche nach Bedarf auch geöffnet werden kann.

Die im ganzen nur 6 kg schwere Lederjacke wird dem Arbeiter mit einem Leibriemen über seiner Kleidung angeschnallt. Auch die Ärmel werden mit Riemen angezogen, um so den Innenraum gegen das Eindringen der Stickgase einigermaßen abzuschließen. Die Hände und Füße hat der Arbeiter ganz frei. Die zum Atmen nötige Luft wird im Nacken durch einen Luftschlauch von 20 mm l. Durchmesser zugeleitet und teilt sich im Helm in drei Kanäle, welche vor dem Munde des Arbeiters in länglichen Schlitzten ausmünden, wodurch gleichzeitig eine angenehme Kühlung erzeugt wird. Die ausgeatmete Luft entweicht mit dem reichlichen Überflusse der zugeblasenen Luft durch die undichten Abschlüsse am Körper und durch Siebe unter den Ohrklappen im Helme. Die Siebe sollen auch ermöglichen, daß der Arbeiter leichter hört.

Zum Apparate gehört eine Luftpumpe, welche aber bei den Arbeiten in Polnisch-Ostrau nicht genügend erschien, weshalb man sich für Verwendung von Preßluft entschloß. Die Temperatur derselben wurde stets auf derselben Höhe von 15—20° C. gehalten.

Mit dem L. v. Bremenschen Apparate wurden die mehrmonatlichen, mitunter äußerst gefährlichen Arbeiten zur Gewältigung des oben genannten Grubenbrandes ohne jeglichen Unfall ausgeführt und wird derselbe für ähnliche Arbeiten, bei denen man ohne Rücksicht auf Zeit nach einem vorher durchdachten Plane vorgehen kann, sehr empfohlen. Für schleunige Rettungsarbeiten unmittelbar nach Explosionen oder nach ausgebrochenem Grubenbrande sind sie weniger geeignet.

Außerdem sind zu erwähnen<sup>1)</sup>: Die Stolzesche Rettungsmaske mit Druckschlauch und die Müllersche Rauchhaube<sup>2)</sup>.

**150. Verwendung des Sauerstoffes für Rettungszwecke<sup>3)</sup>.** — Bei Vergiftung durch Kohlenoxyd, welche bei Grubenbränden und Schlagwetterkatastrophen entsteht, hat sich vielfach Sauerstoff, komprimiert in Stahlflaschen, als vorzügliches Rettungsmittel bewährt, solange die Vergiftung nicht zu hochgradig ist, während in vielen Fällen die bisher angewendete künstliche Atmung nicht ausreichend erscheint. Der Sauerstoff wird aus

---

1) Robert Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1901, S. 56.

2) R. Lamprecht, Grubenbrände und deren Bewältigung. Derselbe Verlag. 1899, S. 45.

3) Rössner in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1897, S. 193. — Ebenda S. 267, 269 (Linde-Luft).



den großen Flaschen in Gummiballons abgezogen, welche mit einem Schlauche und an dessen Ende mit einem Hartgummiröhrchen versehen sind. Dieses wird dem Bewußtlosen in das Nasenloch (nicht in den Mund wegen Zerbeißen bei beginnender Ernüchterung) gesteckt. Die entleerten Gummibeutel werden durch gefüllte ersetzt. Der Preis der Sauerstoffflasche mit 1000 l Füllung und einem Gummiballon beträgt (bei Dr. Elkan, Berlin N., Tegelstraße 15) einige 60  $\mathcal{M}$ , wobei sich der Liter Sauerstoff mit 1  $\mathcal{P}$  berechnet.

### Literatur.

- Ch. Combes. *Traité complet de l'Aérage des Mines*. Bruxelles 1840.  
 Derselbe. *Traité d'expl. des mines*. 1844.  
 A. T. Ponson. *Traité de l'Expl. des Mines de Houille*. Liège 1852.  
 P. Rittinger. *Zentrifugal-Ventilatoren und Zentrifugal-Pumpen. Theorie und Bau aller Arten derselben*. Wien 1858.  
 Julius Ritter v. Hauer. *Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke*. Leipzig 1870.  
 L. v. Bremen. *Atmungs- und Beleuchtungsapparate und ihre Anwendung für den Bergbau*. Kiel 1873.  
 Devillez. *Ventilation des mines*. Mons 1875.  
 L. v. Bremen. *Tragbarer Hochdruck-Atmungs- und Beleuchtungs- (Tornister-) Apparat*. Kiel 1876.  
 Pernolet. *L'air comprimé et ses applications*. Paris 1876.  
 Marsaut. *Sur les mines à grisou et les dépressions atmosphériques*. Bruxelles 1881.  
 Derselbe. *Exploitation et réglementation des mines à grisou*. Paris 1881.  
 Dr. F. Muck. *Die Chemie der Steinkohle*. 2. Aufl. der Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie. Leipzig 1891.  
 Foerster. *Separatventilation und ihre Kosten*. Im Jahrbuche f. d. B.- u. H.-Wesen im Königreiche Sachsen 1882.  
 Marsaut. *Étude sur la lampe de sûreté des mineurs*. Alais 1883.  
 Althans. *Anwendung der bekannten Gesetze der Wetterbewegung auf Ventilatoruntersuchungen, insbesondere die früheren, im Auftrage der preußischen Wetterkommission ausgeführten Arbeiten, im Anschluß an Daniel Murgue*. Preuß. Zeitschr. 1884, Bd. 32, S. 174.  
 Hâton de la Goupillière. *Cours d'exploitation des mines*. II. édit. Paris 1897.  
 Daniel Murgue. *Über Grubenventilatoren*. Mit einigen Zusätzen deutsch bearbeitet von J. Ritter v. Hauer. Leipzig 1884.  
 Demanet. *Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke*. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.  
 M. Em. Harzé. *Des mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grisou*. Bruxelles 1885.  
 Wodiczka. *Die Sicherheitswetterführung*.  
 B. Otto. *Schlagwetter und kein Ende der Forschung*. Berlin 1886.

- Nonne. Ergebnisse über die Untersuchungen der Wetterlampen. In Glückauf. Essen 1886, Nr. 72, 73.
- Derselbe. Über Sicherheitslampen. In Glückauf. Essen 1886, Nr. 88.
- R. Nasse. Auszug aus dem Schlußberichte der englischen Wetterkommission. Glückauf. Essen, 1886, Nr. 51—55.
- Hauptbericht der preußischen Schlagwetterkommission. Erste Hälfte. Berlin 1886.
- F. Kollmann. Ventilation der Kohlengruben. Castrop 1887.
- J. Mayer. Die Explosion schlagender Wetter am Wilhelmschachte der Kaiser Ferdinand-Nordbahn in Polnisch-Ostrau, der durch dieselbe entstandene Grubenbrand und die Gwältigungsarbeiten mit den von Bremenschen Atmungsapparaten.
- Hauptbericht der preuß. Schlagwetterkommission. Erstattet von A. Haßlacher. Berlin 1887.
- Zusammenstellung der aus Anlaß der Preisausschreibung der M.-Ostrauer Gewerken eingebrachten Bewerbungen für ein die Sprengarbeit in Schlagwettergruben ersetzendes oder dieselbe ungefährlich machendes Mittel. Nebst krit. Bespr. derselben und Gutachten darüber. 3 Hefte mit Figuren. Mähr.-Ostrau 1887.
- W. Jicinsky. Die Entwicklung der Schlagwetter im Ostrauer Steinkohlenrevier und die Fluthypothese von R. Falb in Österr. Zeitschr. 1887, Nr. 17.
- Verhandlungen des Central-Comités der österr. Komm. zur Ermittlung der zweckmäßigsten Sicherheitsmaßregeln gegen die Explosion schlagender Wetter in Bergwerken. Wien 1889.
- Julius Ritter v. Hauer. Die Wettermaschinen. Leipzig 1889.
- Schlußbericht des Central-Ausschusses der österr. Kommission zur Ermittlung der zweckmäßigsten Sicherheits-Maßregeln gegen die Explosion schlagender Wetter in Bergwerken. Wien 1891.
- Dr. Chr. Heinzerling. Schlagwetter und Sicherheitslampen. Stuttgart 1891.
- Balling. Über das zur Ventilation von Grubenbauen erforderliche Luftquantum im allgemeinen und in den Braunkohlengruben des nordw. Böhmens im besonderen. Teplitz 1891.
- A. Macquet. Explosifs de sûreté. Grisoutite, Wetterdynamites. Explosifs à base d'azotate d'ammoniaque. Paris.
- Le Chatelier. Über Schlagwetter. Aus Revue universelle Dec. 1892. T. XX. Nr. 3.
- C. Häussermann. Sprengstoffe und Zündwaren. Übersicht über die bis zum 26. Juni 1893 ausgegebenen deutschen Patentschriften in Kl. 78.
- E. Huquenel. Beitrag zur Erklärung der Erdbeben und der schlagenden Wetter.
- Behrens. Beiträge zur Schlagwetterfrage. Essen 1896.
- A. Dröge. Die Einrichtungen zur Unschädlichmachung des Kohlenstaubes und zur gefahrlosen Ausübung oder Ersetzung der Schießarbeit auf den fiskalischen Steinkohlenbergwerken im Saarreviere. (Aus Preuß. Zeitschr.) Berlin.
- North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. Report of the proceedings of the flameless explosives committee. Part II: Coal-dust. Part III: Conclusions. By A. C. Keill, Engineer. Newcastle-upon-Tyne 1896.
- Joh. Mayer, k. k. Bergrat. Über die Grubenkatastrophe auf Zeche Zollern. Sonderabdruck aus der Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen, Bd. 46.
- Balzer. Beiträge zur Frage der Durchschlagssicherheit innerer Zündvorrichtungen. Preuß. Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen 1899, Bd. 47, S. 323.
- Zusammenfaltbare Tuchwetterlutton. Bergbau 13, S. 11.
- W. Bentrop. Wetterschacht mit Fördereinrichtung. D. R. P. Kl. 5, Nr. 105 770.
- Broockmann. Über die in Steinkohlen eingeschlossenen Gase. Glückauf 1899. Nr. 14.

- G. Spencer. Kohlensäure als Mittel zum Löschen bei Grubenbränden. Berg- u. H.-Zeitg. 1899, S. 595.
- J. v. Lauer. Minen-Rettungsapparate. Österr. Zeitschr. 1900, S. 511, 527.
- Fähndrich. Bericht über die auf der berggewerkschaftlichen Versuchsstation bisher ausgeführten Lampenuntersuchungen. Glückauf 1900, S. 769.
- Derselbe. Versuche zur Ermittlung der zweckmäßigsten Abmessungen der Sicherheitslampenkörper.
- G. Gaertner. Der v. Walcher-Gaertnersche Pneumatophor. Österr. Zeitschr. 1901, S. 683.
- Horwitzs elektrische Gruben- und Sicherheitslampe. Glückauf 1902, S. 106.
- Rössner. Hübners Benzinsicherheitslampe mit patentierter Anzündevorrichtung. Österr. Zeitschr. 1902, S. 255.
- Brandt. Beschreibung und Vergleich der im Westfälischen Steinkohlenbergbau gebräuchlichsten Sonderbewetterungseinrichtungen. Glückauf 1901, S. 993.
- Der automatische Sauerstoff-Rettungsapparat von Giersberg, Modell 1901. Berg- und H.-Zeitg. 1901, S. 458.
- H. Leroux. Anwendung der Sauerstoff-Atmung bei Vergiftung durch Kohlenoxyd. Ann. des mines 19, S. 541.
- Baldwins Acetylen-Grubenlampe. Eng. and Min. J. 72, S. 465.
- Der Wienpahlsche Magnetverschluß für Sicherheitslampen. Glückauf 1901, S. 808.

# Register.

- Abbau** 273.  
**Abbaufelder** 313.  
**Abbauhöhe** 268.  
**Abdruckbüchse** 70.  
**Abfangeabel** 66.  
**Abgestemme** 285.  
**Abkommende** 10.  
**Abprobieren** 726.  
**Absperrungsröhren** 71.  
**Abteilungsquerschlag** 268.  
**Abteufen** 263.  
**Abteufpumpen** 692.  
**Abtreibepfähle** 547.  
**Achsen** 358.  
**Adelsvorschub** 14.  
**Akkumulator-Lampen** 821.  
   - Lokomotiven 398.  
**Alandrad** 767.  
**Albertschlag** 420.  
**Ammoniak-Dynamit** 212.  
**Ammonit** 215.  
**Ammoniumoxalat-Wetterdynamit** 214.  
**Anemometer** 748.  
**Anfall** 539.  
**Anpfahl** 539.  
**Arbeitsbühne** 588.  
**Ardeerpulver** 215.  
**Ashworth-Lampe** 730.  
**Atmungsapparate** 835.  
   - von L.v. Bremen & Co. 846.  
   - von Combes und Kraft 841.  
   - von Fleuss 836.  
   - von Galibert 835.  
   - von Humboldt 835.  
   - von Pilâtre de Rozier 835.  
   - von Robert 835.  
   - Rouquayrol-Denayrouze 841.  
**Atmungsapparate von Schwann** 836.  
**Aufdeckarbeit** 339.  
**Aufsatteln** 255.  
**Aufsatzkränze** 579.  
**Aufsatzvorrichtungen** 440.  
**Auftun** 3.  
**Ausbiß** 2.  
**Ausgehendes** 2.  
**Auskeilen** 3.  
**Ausläufer** 10.  
**Ausreißer** 10.  
**Ausrichtung** 249. 267.  
**Ausrichtungsquerschlag** 268.  
**Axt** 530.  
**Backenbremse** 404.  
**Baggermaschinen** 340.  
**Baggerwerk bei Senkschächten** 612.  
**Bahnwechsel** 369.  
**Bahnstempel** 534.  
**Balkendämme** 703.  
**Bandbremse** 405.  
**Banderz** 13.  
**Bandzünder** 228.  
**Barometerstand, Einfluß des** 721.  
**Bautzener Sprengstoff** 211.  
**Beerrad** 771.  
**Beil** 530.  
**Beine** 533.  
**Bellit** 211.  
**Benzinlampen** 815.  
**Bergbau** 1.  
**Bergbaukunde** 1.  
**Berge, Förderung der** 486.  
**Bergeisen** 144.  
**Bergemittel** 6.  
**Bergemühlen** 284.  
**Bergeversatz** 274.  
**Berieselung** 725.  
**Besatz** 198.  
**Besteg** 3. 11.  
**Beton** 570.  
**Beutelpumpen** 643.  
**Bewässern** 528.  
**Bewetterung mit Durchhieben** 792.  
**Biegsame Welle** 194.  
**Blasende Bewetterung** 753.  
**Bläser** 719.  
**Blatt** 41.  
**Blattverschiebungen** 19. 37.  
**Bleizylinder von Trauzl** 218.  
**Blenden** 807.  
**Bohrschächte** 593.  
   - Betonieren der B. 604.  
**Blumen** 47.  
**Bobinen** 476.  
**Bockweichen** 370.  
**Bogentrümmer** 10.  
**Bohrbüchse** 55.  
**Bohrbündel** 66.  
**Bohrdocke** 63.  
**Bohrdruckel** 65.  
**Bohrende Pumpe** 80.  
**Bohrkrone** 87.  
**Bohrlöcher, Abweichungen der B. von der Senkrechten** 634.  
   - Ansetzen der B. 238.  
   - Anzünden der B. in Schlagwettern 229.  
**Bohrlöffel** 54.  
**Bohrmeißel** 53.  
**Bohrscheere** 66.  
**Bohrschwengel** 63.  
**Bohrspreizen** 185.  
**Bohrtäucher** 65.

- Bohrtabellen 103.  
 Bohrturm 65.  
 Bolzen 533.  
 Bolzenschrotzimmerung 543.  
 Bosseyeuse 135. 243.  
 Brahmen s. Prahen.  
 Branddämme 832.  
 Brandts hydr. Bohrm. 188.  
 Brechstange 146.  
 Bréguet-Lampe 821.  
 Bremsberge 401. 408.  
 - Verschuß der B. 410.  
 Bremsbergbetrieb 311.  
 Bremsgestelle 402.  
 Bremshaspel 406.  
 Bremskraft, Ausnutzung der B. 412.  
 Bronolit 211.  
 Bruchbau 322. 333.  
 Bruchwinkel 276.  
 Bruntonrad 765.  
 Bruststempel 545.  
 Bühnenwagen 356.  
 Buhl, Schlagwetter-Indikator von B. 732.  
 Buschen 736.  
 Butzen 17.  
 Butzenabbau 332.  
  
 Camerons Pumpe 688.  
 Capellrad 778.  
 Caps 440.  
 Carbonit 209.  
 Chesneau-Lampe 727.  
 Chinesisches Seilbohren 75.  
 Clanny-Lampe 813.  
 Clowes, Lampe von C. 731.  
 Colsonrad 765.  
 Combesrad 777.  
 Compoundschacht 620.  
 Coopals Pulver 211.  
 Cruscophenol 528.  
 Cuvelage in Bohrschächten 599.  
 - aus Bruch- und Zementsteinen 591.  
 - in Eisen 582.  
 - in Holz 579.  
  
 Dach 2.  
 Dänisches Bohrverfahren 96.  
 Dahmenit 212.  
 D. A. 215.  
 Dammtüren 706.  
 Davy-Lampe 812.  
 Deflagrieren 200.  
  
 Demanets Keil 243.  
 Depression 738.  
 Depressionsmaschinen 759.  
 Detonieren 200.  
 Diagonaltrümmer 10.  
 Diamantbohren 81.  
 - Amerikanisches 88.  
 - Deutsches 90.  
 - Englisches 88.  
 - Nach Lapp 93.  
 Differentialpumpen 648.  
 Diffusor 769.  
 Dinnendahlrad 771.  
 Diorrexin 211.  
 Drahtseile 418. 419.  
 Drahtseilbahnen 487.  
 Drahtseilgestänge 677.  
 Drahtseil-Leitungen 435.  
 Drallzüge 161.  
 Drehbohrm., elektr., von Siemens & Halske 194.  
 - der Union 196.  
 Drehende mechanische Bohrmaschinen 187.  
 Drehscheiben 369. 371.  
 Druckmesser 744.  
 Druckpumpen 646.  
 Druckring 619.  
 Drusen 13.  
 Dualin 210.  
 Duckelbau 332.  
 Durchblasen 809.  
 Durchschlagen 809.  
 Dynamit 204.  
 Dynamit-Gruson 212.  
  
 Edison-Lampe 821.  
 Eilgedinge 124.  
 Einfache Gänge 11.  
 Einfallen 2.  
 Einlaufkegel 760.  
 Einlaufplatten 372.  
 Einstrichstempel 541.  
 Eisenausbau 557.  
 E. in Schächten 562.  
 Eisenbahnwagen, Bewegen der E. 485.  
 Eisenbeis - Schrämmasch. 138.  
 Eisenfänger 70.  
 Eiserner Hut 14.  
 Endosmose u. Exosmose 73.  
 Erbstillen 251.  
 Erdwachs 18.  
 Eruptive Lagerstätten 8.  
 Etagenventil 668.  
 Evrardsche Patentachse 360.  
  
 Evrard-Rad 785.  
 Erweiterungsbohrer 71.  
 Erze 1.  
 Erzfälle 14.  
 Etagenbau 324.  
 Expansion, Schießen mit E. 199.  
 Explosion 199.  
  
 Fäustel 148.  
 Fabrysches Wetterrad 784.  
 Fahrkunst 499.  
 Fahrten 497.  
 Fahrüberhauen 312.  
 Fallen 2.  
 Fallfangschere 68.  
 Fallkreuz 16.  
 Fallungslinie 2.  
 Faltenverwerfungen 19. 23.  
 Faltung 19. 20.  
 Fangfeder 68.  
 Fangfrösche 672.  
 Fanginstrumente 67.  
 Fangketten 672.  
 Fangvorrichtungen 504.  
 Faucks Expresß-Bohrsystem 97.  
 Faule Rutscheln 25.  
 Faviers Sprengstoff 211.  
 Federfalle 68.  
 Feldgestänge 683.  
 Feldortstrecken 268.  
 Fest 122.  
 Feuersetzen 245.  
 Fimmel 146.  
 Firstenbau 279.  
 Firstenkasten 541.  
 Firstenmittel 280.  
 Firstenstempel 534.  
 Firstenstöße 282.  
 Fläche 255.  
 Flammensichere Sprengmaterialien 213.  
 Flötze 4.  
 Flügelort 252.  
 Flügelschienen 363.  
 Flüssige Luft 213.  
 Förderbahnen 361.  
 - hängende F. 368.  
 - deren Neigung 367.  
 Fördergerüste 466.  
 Fördergestelle 431.  
 Fördermaschinen, elektr. 464.  
 Förderrollen 282.  
 Förderseile 417.  
 - verjüngte F. 422.  
 - verschlossene 422.  
 Förderung, tragende 347.

- Förderung, pneumatische 479.  
   - rollende 348.  
   - schleppende 347.  
 Förderwagen 349.  
 Formenophon 732.  
 Fowlers Klappenscheibe 407.  
 Freie Flächen 122.  
 Freifallapparate 58.  
   - von Fabian 60.  
   - - Fauck 62.  
   - - Greiffenhagen 60.  
   - - Kind 58.  
   - - Zobel 61.  
 Führungen der Pumpengestänge 677.  
 Füllörter 428.  
 Fünfhausen-Apparat 601.  
 Funkenzündung 221.  
  
 Gänge 9.  
   - flache 15.  
   - zusammengesetzte 11.  
 Gallezrad 777.  
 Gangarten 11.  
 Gangstöcke 15.  
 Gangzug 15.  
 Garforth, Gasentdecker von G. 732.  
 Gasanalyse 733.  
 Gebräch 122.  
 Gedinge 123.  
 Gegengewichte 404.  
 Geißfuß 68.  
 Geißlerad 762.  
 Gefrierverfahren 630.  
   - nach L. Gebhardt 633.  
   - - Gobert 632.  
   - - L. Koch 633.  
 Gelatinedynamit 207.  
 Gendebienrad 768.  
 Generalfallen 2.  
 Generalgedinge 123.  
 Generalstreichen 2.  
 Geschick 238.  
 Geschiebe 41.  
 Gespreng 252.  
 Gestänge, deutsches 361.  
 Gestängeschlösser 675.  
 Gesteinsbrecher von Francois 244.  
 Gestelle, fahrbare 183.  
   - Leopoldshaller 152.  
   - für Schachtabteufen 184.  
   - tragbare 185.  
 Gestellverschluss 438.  
 Gestellwagen 356.  
  
 Getriebezimmerung 547.  
 Gevierte 542.  
 Gewichtsausgleichung der Pumpengestänge 679.  
 Gewinnbarkeit 121.  
 Gezeugstrecken 268.  
 Gewölbemauerung 572.  
 Giersbergs Atmungsapparat 839.  
 Gildemeister & Kamps Bohrapart 110.  
 Gleichgewichtsboden 602.  
 Gleitschienen 671.  
 Glockenbau 331.  
 Glockenventil 667.  
 Glückshaken 67.  
 Glühzündung 221.  
 Göpel 463.  
 Gossen 658.  
 Graben 30.  
 Gräbereien 338.  
 Grisoumeter 734.  
 Grisoutine 215.  
 Grubenausbau 524.  
 Grubenbrand 831.  
 Grubengas, Vorkommen des G. 716.  
   - Austritt des G. 719.  
 Grundsohle 536.  
 Grundstrecke 268.  
 Grundwasser 641.  
 Guibals Abteufen 639.  
 Guibalrad 768.  
 Guttmanns Kraftmesser 218.  
  
 Hängebank 255.  
 Härte 113.  
 Halm 219.  
 Handbohrmaschinen 151.  
 Hangendes 2.  
 Hannans Sprengstoff 211.  
 Harnische 37.  
 Harzerad 768.  
 Harzer Wettersatz 786.  
 Haspelförderung 462.  
 Hasselmanns Holztränkung 530.  
 Haubenventil 667.  
 Haupthölzer 542.  
 Hauptstempel 541.  
 Heber 699.  
 Heises Keilapparat 244.  
 Hellhoffit 209.  
 Hilfhängebank 457.  
 Hilfsstempel 541.  
 Himmel 334.  
 Hinterholz 536.  
 Hinterwassersäulen 679.  
  
 Höchstfest 122.  
 Höhlen 9.  
 Höhlenfüllungen 17.  
 Hochdruck-Kreiselpumpen 690.  
 Hohlraumschießen 199.  
 Holzarten 525.  
 Holzgestänge 670.  
 Holzstöcke 540.  
 Honigmanns Lokomotive 394.  
 Honigmanns Schachtabteufen 637.  
 Horst 30.  
 Hubpumpen 645.  
 Hunte 349.  
 Hussmanns Bohraparat 108.  
  
 Jeschek & Jaresch Sprengstoff 212.  
 Jöcher 542.  
 Isolierungsröhren 72.  
  
 Kakaopulver 211.  
 Kalk 567.  
 Kalkmilch 528.  
 Kalksprengen 241.  
 Kammerbau 324. 331.  
 Kappe 532.  
 Karren 348.  
 Kegelventil 664.  
 Keil 145.  
 Keilhau 129.  
 Keilkränze 579. 583.  
 Keillager 653.  
 Keilsprengen 242.  
 Keilverspündungen 705.  
 Kesseln 755.  
 Kette ohne Ende 381.  
   - schwebende 384.  
 Kettenförderung 481.  
 Kettengestänge 671.  
 Kettenseile 417.  
 Kind-Chaudrons Schachtabbohren 595.  
 Kinetit 209.  
 Kippwagen 357.  
 Klappenbüchse 68.  
 Klappenventil 665.  
 Kleyrad 773.  
 Klötzlvertäfelung 556.  
 Kluppe 68. 150.  
 Knalltemperatur 216.  
 Kniegelenkstützen 446.  
 Kochsalzlösung 529.  
 Köln-Rottweiler-Sicherheits-Sprengpulver 215.

- Koepe, Fördermethode 477.  
 Körners Apparat 736.  
 Körtings Dampfstrahlventilatoren 759.  
 Körtings Treibdüse 797.  
 Kohlencarbonit 215.  
 Kohlenoxydgas 714.  
 Kohlensäure 713.  
 Kohlenstaub, Einfluß des K-es 724.  
 Kokardenerz 14.  
 Kolben 660.  
 Kolbenbohrer 149.  
 Kolbenmaschinen 783.  
 Kolbenröhren 658.  
 Kontaktgänge 10.  
 Kopfgeschick 539.  
 Krätzer 68.  
 Kraftmesser für Sprengstoffe 217.  
 Kraftübertragung bei Wettermaschinen 762.  
 Krale (Kräl) 128.  
 Kratze und Trog 128.  
 Krebsen 719.  
 Kreiselwipper 483.  
 Kreosotieren 528.  
 Kreuzschlag 420.  
 Kronenbohrer 149.  
 Krumse 673.  
 Kübel 427.  
 Kugeldämme 705.  
 Kugelventil 665.  
 Kühlenbau 339.  
 Kurbelstoßbohrmaschine 180.  
 Kurvenrollen 391.  
 Kyanisieren 530.  
  
 Lagenförmige Verwachsung 13.  
 Lager 4.  
 Lagergänge 10.  
 Lagerstätten 3.  
   - metamorphische 17.  
   - metasomatische 17.  
   - umgewandelte 17.  
 Lagerstempel 545.  
 Lagerstöcke 5.  
 Lamberträd 767.  
 Lamensdorffs Sprengstoff 211.  
 Lapps Schnellschlag-Radial-Kurbelmeißelapparat 103.  
 Laschenbohrer 53.  
 Lauers Reibungszünder 236.  
 Lauf 268.  
 Laufräder 64.  
 Legeisen 146.  
 Lehlager 677.  
 Leitbäume 434.  
 Leitschienen 433.  
 Leitschicht 23.  
 Leitschuhe 432.  
 Leitsparren 434.  
 Leitungsdrähte 227.  
 Leitungsvorrichtungen 432.  
 Lemiellerad 785.  
 Letoreträd 777.  
 Letten 7.  
 Lettenbesatz 198.  
 Leuchtkörbe 493.  
 Leuchtöfen 494.  
 Leverkusrad 777.  
 Levets Abtreibekeil 242.  
 Levins Balendynamit 211.  
 Lichtschächte 252.  
 Liegendes 2.  
 Lignose 211.  
 Lisbeth-Maschine 151.  
 Lithofracteur-Dynamit 211.  
 Liveing, Patent-Gasindikator von L. 73.  
 Loeb's Atmungsapparat 840.  
 Löffelhaken 69.  
 Löschen der Grubenbrände 834.  
 Lösung alter Grubenbaue 105.  
 Lochs Maschine 152.  
 Lokomotiven 394. 400.  
   - elektrische 396.  
 Luftansammler 159.  
 Luftlokomotive 393.  
 Luftpreßmaschinen 157.  
 Luftsattel 21.  
 Luftschleuse 625.  
 Luftzuführung 812.  
  
 Mächtigkeit 2.  
 Mammulpumpen 623.  
 Manometer 744.  
 Marsaut-Lampe 814.  
 Massengedinge 124.  
 Massenzeitzündung 232.  
 Massige Lagerstätten 8.  
 Massige Verwachsung 12.  
 Mauerfuß 588.  
 Mauerstärke 587.  
 Mauerung 565.  
 Mauerverband 588.  
 Mechanische Arbeit der Sprengstoffe 217.  
 Meißelbohrer 149.  
 Meßwagen 376.  
 Metallseifen 7.  
 Meyers Wasserscheibe 230.  
 Mild 122.  
 Mineralgänge 13.  
 Mittelstempel 534.  
 Mörtel 567.  
   - hydraulischer 568.  
 Monier-Mauerung 570.  
 Moosbesatz 213.  
 Moosbüchse 603.  
 Morgengänge 15.  
 Moritzrad 775.  
 Mortierad 779.  
 Mueseler-Lampe 813.  
 Muldenlinie 21.  
 Muldensattel 22.  
 Muldenwagen 357.  
 Muldenwendung 21.  
 Mundloch 250.  
 Munscheids Bohraparat 109.  
 Murgue 742.  
 Muschelventil 664.  
  
 Nachfall 71.  
 Nachlaßkette 62.  
 Nachschwaden 720.  
 Nebengestein 2.  
 Nester 17.  
 Neuperts Atmungsapparat 839.  
 Niedere Sätze 644.  
 Nieren 17.  
 Nitrocolle 211.  
 Nores Schlagzünder 237.  
 Nutzbare Mineralien 1.  
  
 Obergestänge 55.  
 Ochsenfuß 64.  
 Öffnung, gleichwertige 741.  
 Örtterbau 295. 325.  
 Opuka 7.  
 Orgelstempel 539.  
  
 Packen 6.  
 Patronen 219.  
 Peiner Eisensteinlager 7.  
 Pelzerrad 774. 789.  
 Perkussionszünder 236.  
 Perspektivpumpen 649.  
 Petits Probennehmer 735.  
 Petragit 210.  
 Petrogit 215.  
 Petroklastit 203.  
 Pfändung 542. 548.

- Pfeilerbau 307.  
   - mit Bergeversatz 326.  
 Pferdeförderung 374.  
 Pferdegöpel 463.  
 Pferdeställe 374.  
 Picotieren 580.  
 Pieler-Lampe 727.  
 Pingenbau 338. 343.  
 Pistolenprobe 218.  
 Plom und d'Andrimont,  
   Bohrer von 153.  
 Plungerkolben 662.  
 Pneumatophor 837.  
 Portlandzement 569.  
 Prägelkatze 245.  
 Prahm 253.  
 Prämiengedinge 124.  
 Preßluft s. Luftschleuse.  
 Pulsionsmethode 753.  
 Pulsometer 698.  
 Pulver 200.  
   - komprimiertes 201.  
 Pumpenlager 651.  
 Pumpenröhren, Schutz der  
   P. gegen Rosten 659.  
 Pumpenstiefel 658.  
 Pyramidenventil 668.
- Quellensprünge** 47.  
 Quetten s. Legeisen.  
 Querbau 293.
- Räder** 357.  
 Räumnadel 199.  
 Raketen 219.  
 Rakys Bohrverfahren 98.  
 Rasenläufer 10.  
 Rateaurad 767.  
 Raubbau 273.  
 Rauben der Zimmerung  
   540.  
 Raubspindel 540.  
 Reifenschächte 547.  
 Rettungstüren 800.  
 Richtschächte 256.  
 Ringelerz 14.  
 Ring- oder Rinnenliderung  
   662.  
 Rittingerpumpen 649.  
 Rittingerrad 762.  
 Roburit 209. 215.  
 Romit 211.  
 Röhrenheber 73.  
 Röhrensäge 74.  
 Rösche 252.  
 Rollig 122.  
 Rollochsbetrieb 312.  
 Romanzement 569.
- Roots blower 789.  
 Rost für Senkschächte 615.  
 Rücken 10.  
 Rücklaufbahn 413. 481.  
 Rückschlag 723.  
 Rutschen 497.  
 Rutschere 57.
- Sackbohrer 610.  
 Säfte, Entfernung der S.  
   527.  
 Säge 530.  
 Säulenbau 330.  
 Salbänder 11.  
 Sandpumpe 52.  
 Sattellinie 22.  
 Sattelmulde 22.  
 Sattelwendung 21.  
 Sauerstoff zu Rettungs-  
   zwecken 847.  
 Saugpumpen 643.  
 Saugröhren 658.  
 Schachtausbau, wasser-  
   dichter 578.  
 Schachtfallen 440.  
   - hydraulische 441.  
 Schachtförderung 417.  
 Schachtgestänge, hydrau-  
   lisches 678.  
 Schachtmauerung, ge-  
   wöhnliche 574.  
   - wasserdichte 586.  
 Schachtquerschlag 268.  
 Schachtsignale 459.  
 Schachttrümmer 257.  
 Schachtverschluß 452.  
   - wetterdichter 454.  
 Schächte 255.  
   - blinde 255.  
   - flache 255.  
   - tonnlägige 256.  
   - vorgeschlagene 256.  
 Schanschilf-Lampe 821.  
 Schären 7.  
 Scharkreuz 16.  
 Schaufel 128.  
 Schappe 51.  
 Scheibenbremse 405.  
 Scheibenkolben 660.  
 Scheibenmauer 570.  
 Scheren, s. Schären.  
 Scherenstücke 674.  
 Schielerad 764.  
 Schießbaumwolle 208.  
 Schießnadel 199.  
 Schießpflock 198.  
 Schiffsförderung 400.  
 Schlägel und Eisen 144.  
 Schläucher 692.
- Schlangenbohrer 51.  
 Schleifen 551.  
 Schlenkerbohren 148.  
 Schleppen 16.  
 Schleppgurt 348.  
 Schlepptröge 347.  
 Schleuderräder 760.  
 Schlitten 347.  
 Schlitzen 132.  
 Schmandlöffel 54.  
 Schmidts Regel 31.  
 Schmieren der Hunte 359.  
 Schmirgelbohren 96.  
 Schneidig 122.  
 Schrämen 132.  
 Schrämmaschinen 133.  
 Schrämmen 7.  
 Schrämspieß 132.  
 Schraubenräder 783.  
 Schraubenstiefel 540.  
 Schraubenute 69.  
 Schroeders Patentver-  
   schluß 823.  
 Schrotzimmerung 542.  
 Schürfen 47.  
 Schultze-Pulver 211.  
 Schurfgraben 47.  
 Schurfschacht 47.  
 Schurfstollen 48.  
 Schwaden 720.  
 Schwebebühne 589.  
 Schwedel 219.  
 Schwedische Diamant-  
   bohrmaschine 113.  
 Schwefelmännchen 219.  
 Schwefelwasserstoff 715.  
 Schweife 47.  
 Schwingen 347.  
 Seidlers Sprengstoffe 212.  
   214.  
 Seifenwerke 7. 338.  
 Seil ohne Ende 381. 386.  
   - mit Knoten 387.  
   - mit Kette 391.  
   - und Gegenseil 380.  
 Seilauflöser 451.  
 Seilbohren 75.  
   - amerikanisches 76.  
 Seilfahrgang 504.  
 Seilförderung 481.  
 Seilgewicht, Ausgleichung  
   des S. 470.  
 Seilklemme 387. 473.  
 Seilknoten 389.  
 Seilkorb 468.  
   - konischer 475.  
 Seilscheiben 465.  
 Seilschmiere 424.  
 Seilübertragung für Pum-  
   pen 680.



- Seipfels Patentverschluß 823.  
 Seitenfirstenbau 286.  
 Seitenholz 537.  
 Sekurit 209.  
 Selbstentzündung der Kohle 831. 834.  
 Senkschächte 609.  
   - eiserne 619.  
   - gemauerte 615.  
 Senkschrauben 693.  
 Senkzeug, hydraulisches 694.  
 Serrad 776.  
 Setzwage 532.  
 Shaw, Schlagwetterprüfer von S. 735.  
 Sicherheitspfeiler 267.  
 Sicherheitsstüren 754. 800.  
 Sicherheitszündler 220.  
 Sinkwerksbau 333.  
 Sohle 2.  
 Sohlenabstände 268.  
 Sohlenbildung 269.  
 Sohlenstrecken 268.  
 Solenoidmaschinen 177.  
 Solheber 54.  
 Solid tubing 581.  
 Sonderbewetterung 794.  
 Spalten 9.  
 Spaltenverwerfungen 19. 27.  
   - Ausrichtung der S. 31.  
 Spaltglühzündung 221.  
 Spannsäulen, hydraul. 185.  
 Spannung 121.  
 Sparrenkappe 534.  
 Spatgänge 15.  
 Sperrmaß 531.  
 Sperrrad 161.  
 Spezialglühzündler 231.  
 Spillenräder 64.  
 Spinne 69.  
 Spinnenbüchse 69.  
 Spiralkorb 475.  
 Spitzseisen 145.  
 Spitzhammer 131.  
 Sprengarbeit 147.  
 Sprengels Explosivstoffe 214.  
 Sprengelatine 206.  
 Sprengkraft, Ersatz der S. 241.  
 Sprengmaterialien 199.  
 Sprengöl 203.  
 Sprengsalpeter 202.  
 Sprossenräder 64.  
 Sprünge 10.  
 Sprungwinkel 32.  
 Spülversatz 328.  
 Spundwände 554.  
 Spurkranzräder 362.  
 Spurlatten 434.  
 Spurnagel 351.  
 Spurweite 362.  
 Stabzündler 228.  
 Stanek & Reskas Maschinen 152.  
 Stangenhaken 673.  
 Stangenprobe 218.  
 Steigeröhren 657.  
 Steinbrüche 338.  
 Steine 566.  
 Stella-Lampe 820.  
 Stellschraube 62.  
 Stempel 539.  
 Sternrollen 392.  
 Steuerplatte nach Buschmann 598.  
 Stevensonrad 765.  
 Stiegen 496.  
 Stockwerke 17.  
 Stockwerksbau 329.  
 Stöcke, liegende 5.  
 Störungen 19.  
 Stoppelbau 333.  
 Stollen 250.  
 Stollenbetrieb 252.  
 Stoßbau 287.  
 Stoßbohrmaschinen mit Preßluft 159.  
   - elektr. 176.  
 Stoßweichen 371.  
 Strahlapparate 795.  
 Strahlpumpen 697.  
 Stratameter 82.  
 Strebbau 297.  
   - mit Pfeilern 303.  
 Strebräderhunte 350.  
 Strebstempel 545.  
 Strecken 250 254.  
 Streckenbogen 558.  
 Streckenförderung, geneigte 416.  
   - maschinelle 378.  
 Streichen 2.  
 Streichungslinie 2.  
 Strossenbau 277.  
 Strossenkasten 541.  
 Stückkohlengedinge 125.  
 Stuhlkrückel 64.  
 Stulpkolben 661.  
 Sturzliderung 661.  
 Sturzwipper 483.  
 Tachometer 519.  
 Tagebau 337.  
 Tagesförderung 481.  
 Tagewasser 641.  
 Tangypumpe 688.  
 Taucher, Abteufen mit T. 635.  
 Teilung des Wetterstromes 798.  
 Tellerventil 664.  
 Temperament, chem. 712.  
   - einer Grube 740.  
 Temperaturmessungen 104.  
 Tirmanns Schlagzündler 236.  
 Tomsons Wasserziehen 695.  
 Tonnen 427.  
 Tournairerad 777.  
 Tränken des Holzes 529.  
 Tragekränze 579.  
 Tragewerk 252. 573.  
 Tragrollen 391.  
 Tragstempel 545.  
 Treibfäustel 145.  
 Treibmaschinen 64.  
 Treppen 496.  
 Treträder 64.  
 Tretwerk 252.  
 Trompete 69.  
 Trouvé-Lampe 820.  
 Trümmer 10.  
 Trümmerlagerstätten 7.  
 Tubblings, englische und deutsche 582.  
 Türstockszimmerung 532.  
 Tummelbau 332.  
 Turbinenventilator 776.  
 Überbrechen 264.  
 Übergabelung 674.  
 Überhau-Vorbohrmaschine 112.  
 Überkippung 23.  
 Ulme 252.  
 Ulmenbau 330.  
 Ulrichs Bohrmaschine 153.  
 Umbruchstrecken 280.  
 Untergestänge 56.  
 Unterseil 470.  
 Unterwerksbau 272.  
 Unterzug 533.  
 Ventilbohrer 51.  
 Ventile 663.  
 Ventilkästen 650.  
 Ventiltüren 651.  
 Ventilverlust 663.  
 Verdämmung 703. 708.  
 Verdrücken 3.  
 Verfaulen des Holzes 526.

- Vermodern des Holzes 526.  
 Veröffnung 335.  
 Verschiebungen 19. 27. 37.  
 Verschuß, magnetischer  
   V. 825.  
   - der Wetterlampen 823.  
 Versiedung 334. 335.  
 Vertikalspülung 337.  
 Vertische 371.  
 Verwerfungen 19.  
 Verziehen der Felder 534.  
 Volummaschinen 759.  
 Vopuka, s. Opuka.  
 Vorbohren 267.  
 Vorder- und Hinterseil 378.  
 Vorrichtung 249. 267.  
 Vorrichtungstrecken 270.  
 Vorschub, verstellbarer,  
   d. Handbohrmasch. 154.  
  
 Waddlerad 765.  
 Wagnerrad 764.  
 Wagners Sicherheits-  
   damm 833.  
 Walchers Rechapparat  
   242.  
 Wandruten 544.  
 Wange 252.  
 Wassergewältigung 642.  
 Wasserhaltung 641.  
 Wasserhaltungsmaschi-  
   nen, unterirdische 683.  
 Wasserkalk 568.  
 Wasserlosung 642.  
 Wasserort 642.  
 Wassersäulenmaschinen  
   686.  
 Wasserseige 252. 573.  
 Wasserspülung 80.  
 Wasserstrahl-Apparate  
   787.  
 Wasserstrecken 254.  
 Wassertrommel 786.  
 Wasserübertragung für  
   Pumpen 681.  
  
 Wasserzündung 237.  
 Wechsel 369.  
 Wechselplatten 369.  
 Wechselschere 57.  
 Wegfüllarbeit 127.  
 Wegge & Pelzers Bohr-  
   apparat 107.  
 Wehre 334.  
 Weitungsbau ohne Berge-  
   versatz 330.  
 Wendeplätze 371.  
 Wehrrollen 671.  
 Weichen 369.  
 Weise & Monski, Pumpe  
   von 688.  
 Weitungsbau mit Berge-  
   versatz 306.  
 Wellblech, Abtreiben mit  
   W. 553.  
 Werkshimmel 334.  
 Westfalia, Probierapparat  
   810.  
 Westfalit 212.  
 Wetter, matte und böse  
   711. 713.  
 Wetterbohrlöcher 107.  
 Wetterbrücken 804.  
 Wetterdämme 804.  
 Wetterdynamite 213.  
 Wettergardinen 799. 802.  
 Wetterhut 785.  
 Wetterkreuzungen 804.  
 Wetterlampen, elektrische  
   820.  
   - Leuchtkraft der W.  
     829.  
   - Theorie der W. 808.  
   - Wartung der W. 828.  
 Wetterluten 800.  
 Wettermaschinen 759.  
 Wettermasken 835.  
 Wetteröfen 755.  
 Wetterrisse 805.  
 Wetterschächte, Verschuß  
   der W. 806.  
 Wetterscheider 802.  
  
 Wetterstationen 748.  
 Wetterstrecken 254.  
 Wassertrommel 788.  
 Wettertüren 798.  
 Wetterumlauf 737.  
 Wetterzeichen 730.  
 Wetterzug, künstlicher 753.  
   - natürlicher 752.  
 Wienpahls Wetterlampe  
   815.  
 Winkelkreuz 16.  
 Winklers Zinkblechflasche  
   733.  
 Winterrad 777.  
 Wirkungsgrad, manome-  
   trischer 743.  
 Wolfsrachen 68.  
 Würfelbau 322.  
  
 Zangenapparat 59.  
 Zapfenstempel 545.  
 Zeche Rheinpreußen, Bohr-  
   verfahren der 99.  
 Zeitzünder 229.  
 Zimmermanns Regel 33.  
   - deren Ableitung 35.  
 Zonen, nasse Z. 726.  
 Zünder, elektrische 228.  
 Zündmaschine von Abegg  
   224.  
   - von Bornhardt 225.  
   - von Mahler & Eschen-  
     bacher 225.  
   - von Karl Stark 227.  
 Zündarten 219.  
 Zündhöhengrenze 809.  
 Zündschnüre, 220.  
 Zündung, elektrische 220.  
 Zündvorrichtungen bei  
   Wetterlampen 818.  
 Zumachebretter 550.  
 Zungenweichen 369.  
 Zwillingsschächte 260.  
 Zwischenstücke 57.  
 Zylinderdämme 705.

## Druckfehlerverzeichnis.

Seite	1 Zeile	10 v. o.	statt: mehrerer	lies: mehrere.
6	6	v. u.	208	108.
15	10	v. u.	Abs. 8	Abs. 6.
15	7	v. u.	Sachen	Sachsen.
28	2	v. u.	Anm. 2	Anm. 3.
45	32	v. u.	Bruckmann	Brückmann.
45	32	v. u.	Magnatia	Magnalia.
51	5	v. u.	(Fußnote 1) statt § 79	59.
64	1	v. o.	fehlt 29.	
65	15	v. u.	statt: Borturm	Bohrturm.
78	1	v. u.	7 Fig. 60	13 Fig. 71.
94	3	v. o.	bilden	bildet.
97	8	v. o.	ältere fällt weg.	
106	15	v. u.	statt: leidet	leitet.
106	Fußnote 1		1882	1822.
106	2		1884	1894.
109	Zeile 13	v. u.	Zeitetersparnis	Zeitersparnis.
110	3	v. o.	Fig. 146	Fig. 148.
143	17	v. o.	1899	1889.
144	9	v. o.	Schäm-	Schräm-.
163	18	v. u.	fehlt 39a.	
183	10	v. u.	statt: Handbremse	Bandbremse.
188	15	v. o.	(l, g)	(f, g).
191	6	v. o.	Ablaßrohr B	Ablaßrohr R.
192	12	v. o.	30 %	20 %.
192	Satz 61 bis Ende der		Seite fällt weg.	
194	Zeile 4	v. o.	statt: (33)	(32).
281	6	v. u.	Fig. 239	Fig. 240.
283	3	v. u.	Stützrollen	Stürzrollen.
301	1	v. o.	H	B.
301	11	v. o.	K	B.
307	11	v. o.	kurzlüftiges	kurzklüftiges.
307	Fußnote letzte Zeile		statt: S. 241	S. 275.
317	Tabelle, obere Zahlenreihe		statt: 0,622	0,226.
363	Zeile 15	v. o.	statt: Schienen	Schwellen.
391	3	v. o.	sein Gewicht	ihr Gewicht.
391	8	v. u.	55	44.
393	10	v. o.	1500 tkm	1200 tkm.
401	16	v. o.	Minimalleistung	Minimalneigung.
417	2	v. u.	dieses	vorigen.
421	1	v. o.	(8)	(7.)
462	18	v. u.	(15. Kap.)	(13. Kap.)
478	4	v. u.	Kaky	Raky.
493	4	v. o.	Förderkörbe	Feuerkörbe.
513	6	v. u.	Förderschachte	Förderseile.
525	3	v. o.	Bernhardie-Zabrsze	lies: Bernhardi-Zalenze.
541	1	v. u.	ca. 8 m	lies: ca. 8 cm.
544	14	v. u.	III, 17	III, 16.
547	7	v. o.	eingebaut	ausgebaut.
554	10	v. u.	demnach	demnächst.
561	17	v. u.	28,8 %	20,8 %.
561	4	v. u.	157 mm	15,7 mm.
573	13	v. o.	(Fig. 503)	(Fig. 512).
602	3	v. o.	Auftritt	Auftrieb.
642	7	v. o.	3, 7 und 15	3, 6 und 14.
642	22	v. o.	22 und 23	21 und 22.
643	23	v. o.	70	71.
722	9	v. o.	eine Gasausströmung	lies: eine Verminderung der
737	17	v. o.	9 (in Metern) lies: 9 (in cbm).	[Gasausströmung.
793	3	v. o.	Wettermengen	Wetterwegen.

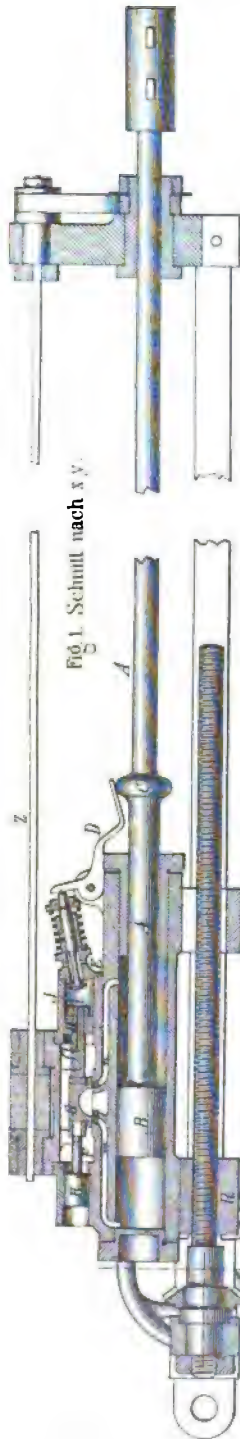


Fig. 1. Schnitt nach x y.

Fig. 4.  
Hintere Ansicht.

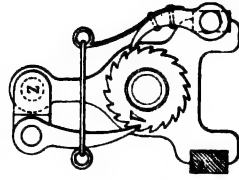
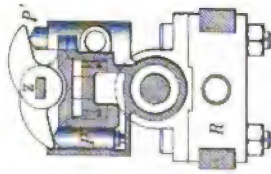


Fig. 3.  
Schnitt nach v w.



Bohrmaschine von  
Dubois François.

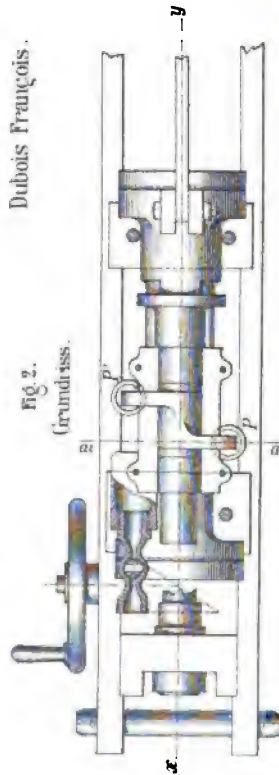


Fig. 2.  
Grundriss.

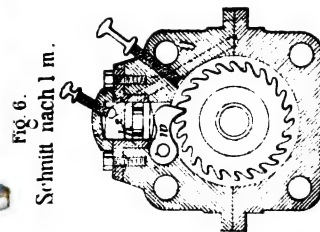


Fig. 6.  
Schnitt nach l m.

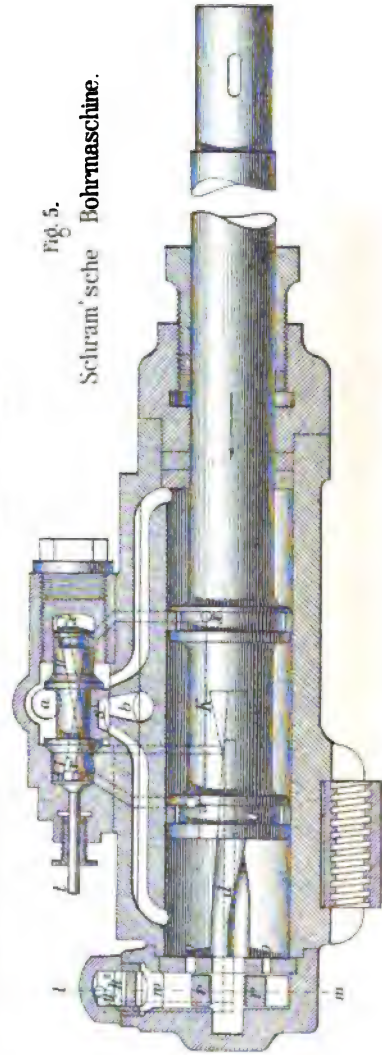
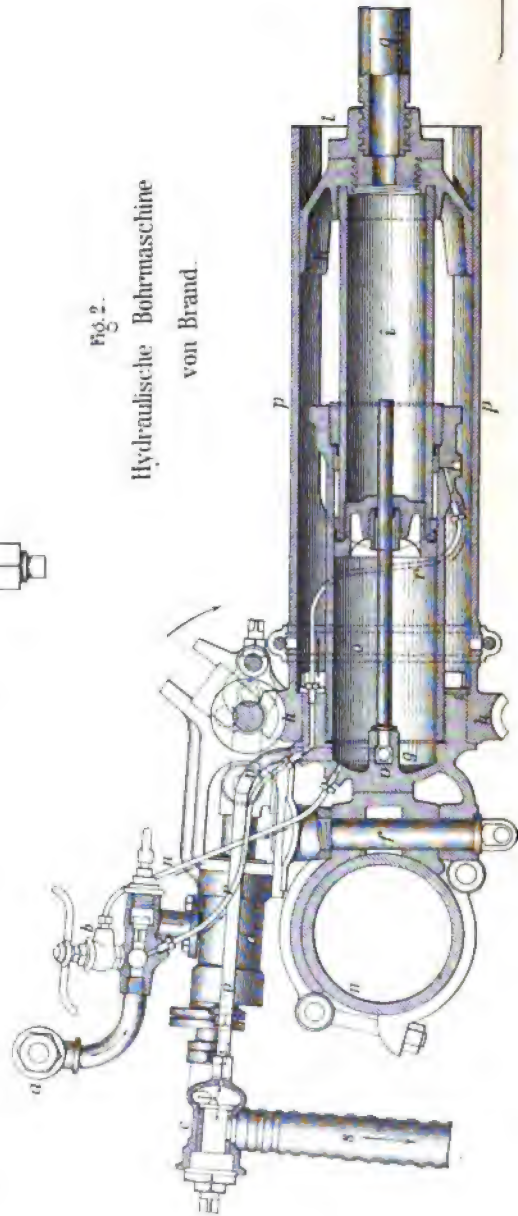
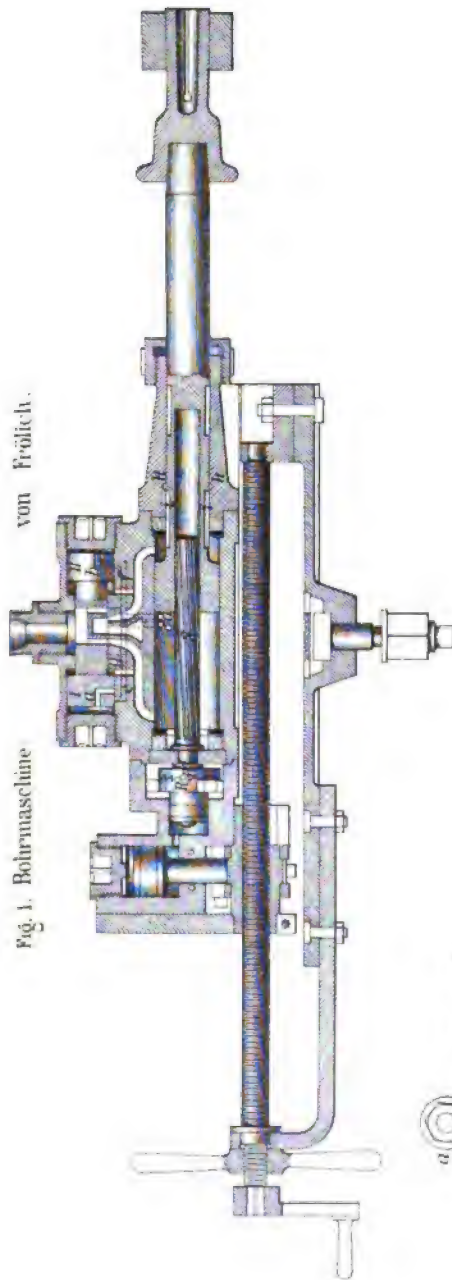


Fig. 5.  
Schram'sche Bohrmaschine.









Bohrmaschine von Neill.

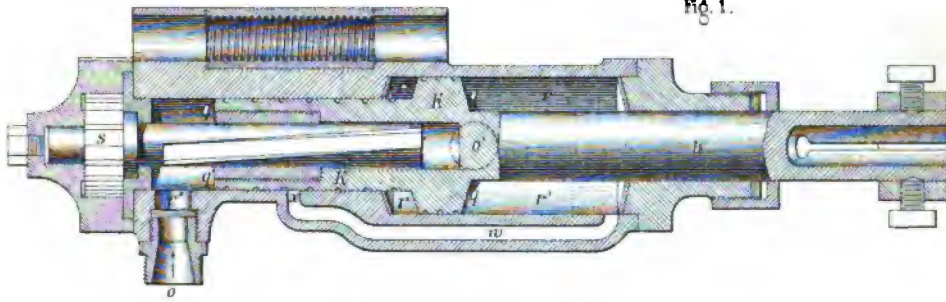


Fig. 1.

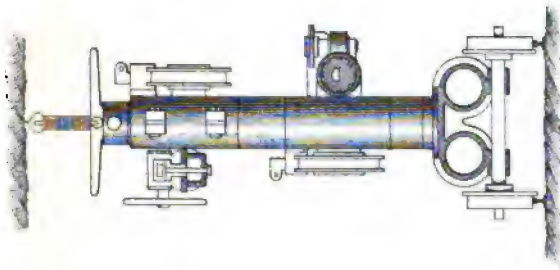


Fig. 3. Hinteransicht.

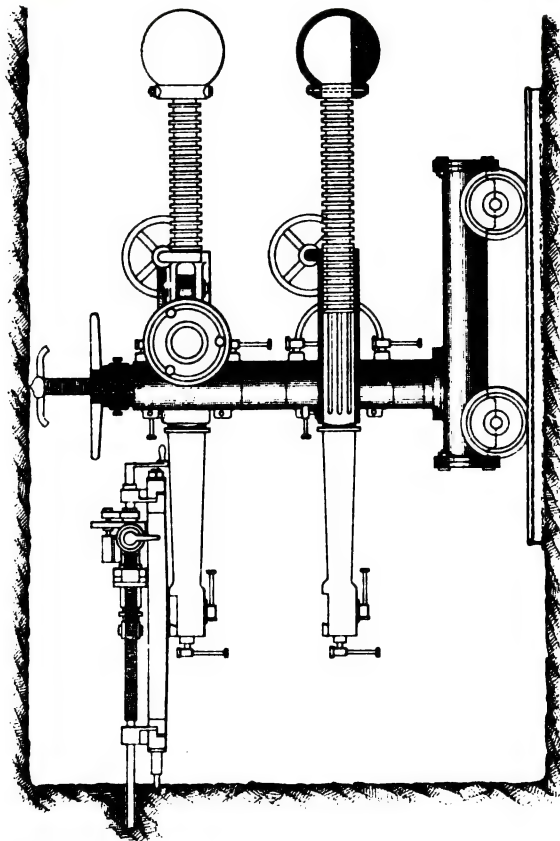


Fig. 2. Seitenansicht.

Humboldt'sches Gestell  
für  
Bohrmaschinen.

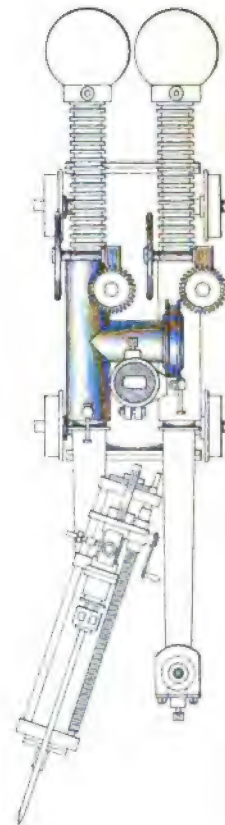


Fig. 4.  
Grundriss.





Fig. 1. 1:40.

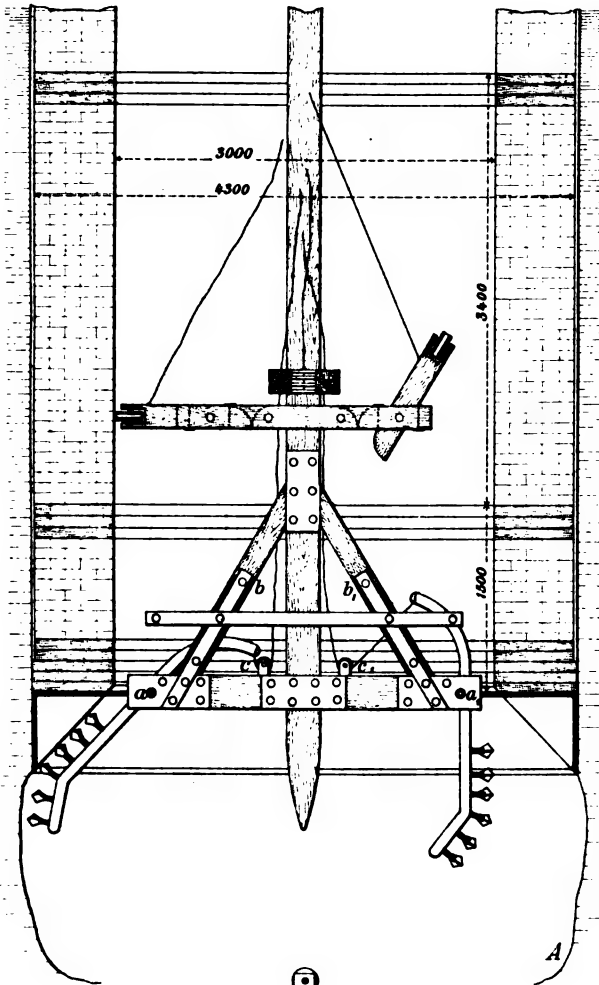


Fig. 2. 1:40

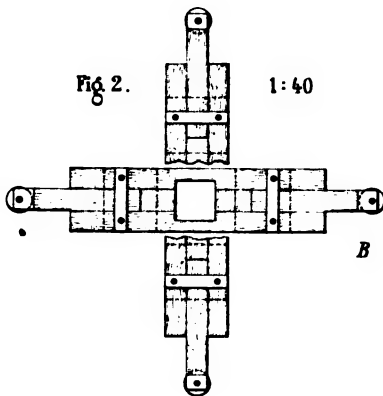


Fig. 3. 1:40.

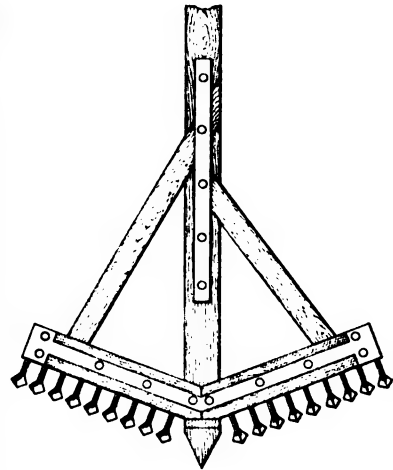


Fig. 4.

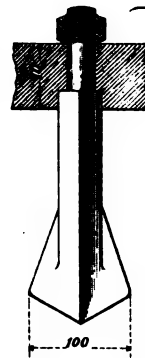


Fig. 5.  
Schnitt C D.

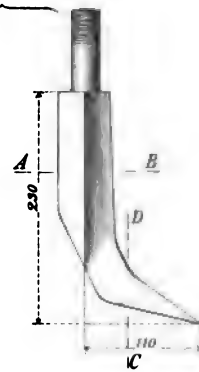
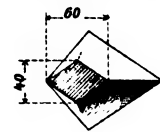


Fig. 6.  
Schnitt A B.



Aufreisser und Zuführer  
für den Mauer-Senkschacht  
des Bernsteinbergwerks  
bei Nortycken in Ostpreußen.



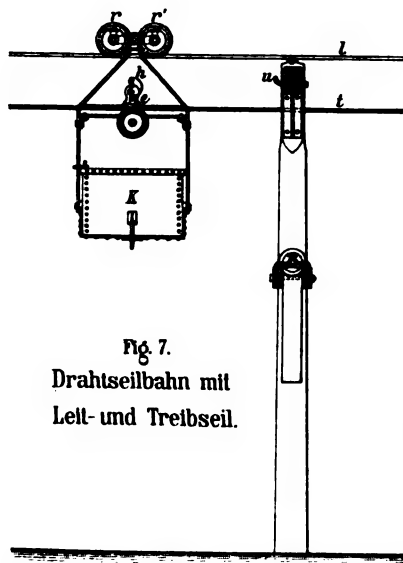
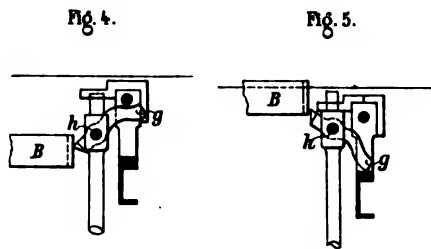
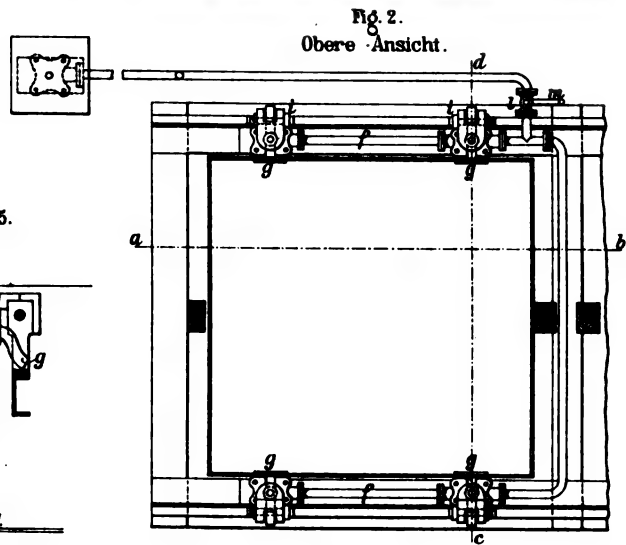
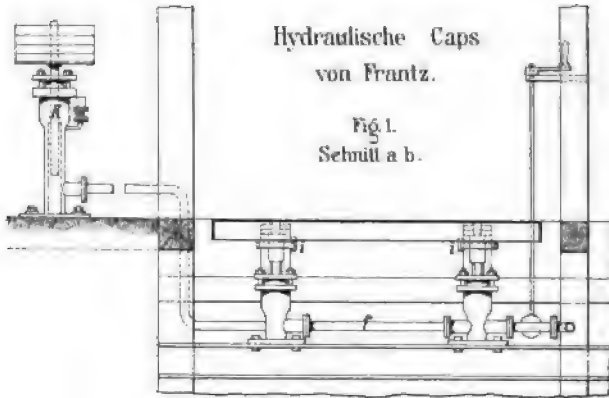
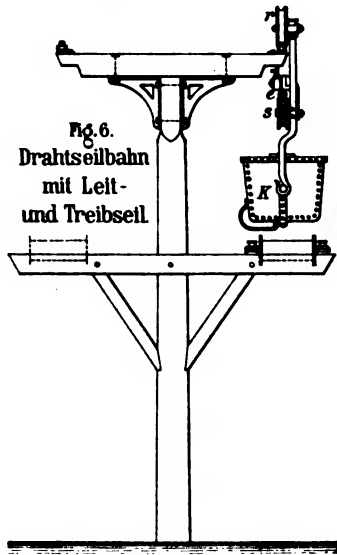


Fig. 3.  
Schnitt c d.

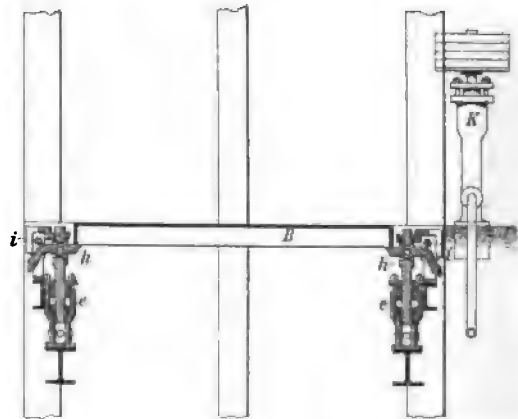
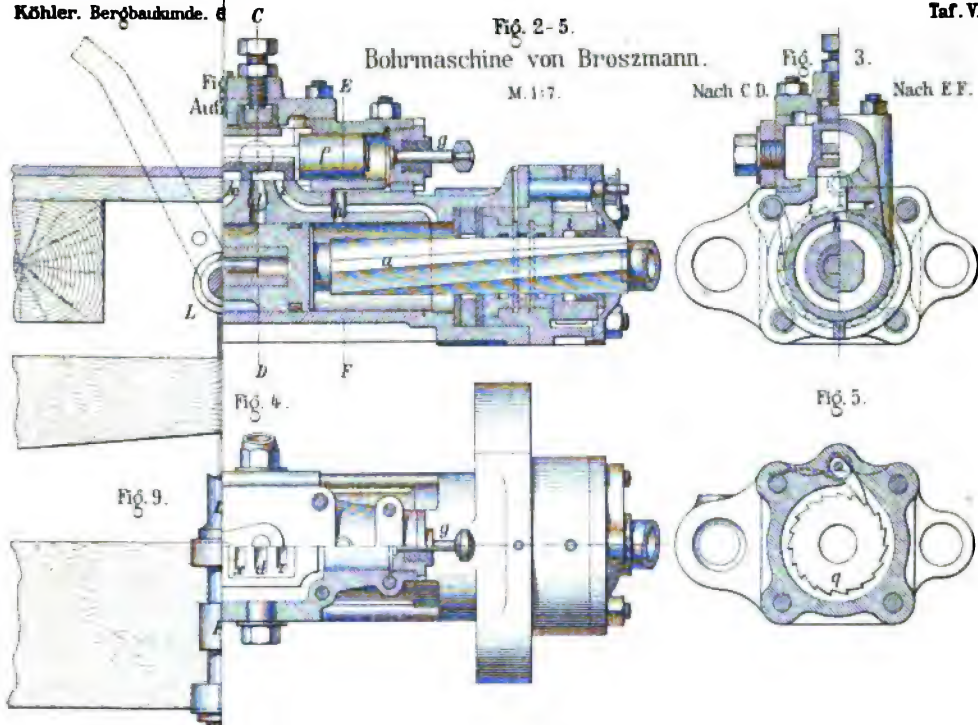




Fig. 2-5.  
Bohrmaschine von Broszmann.  
M. 1:7.

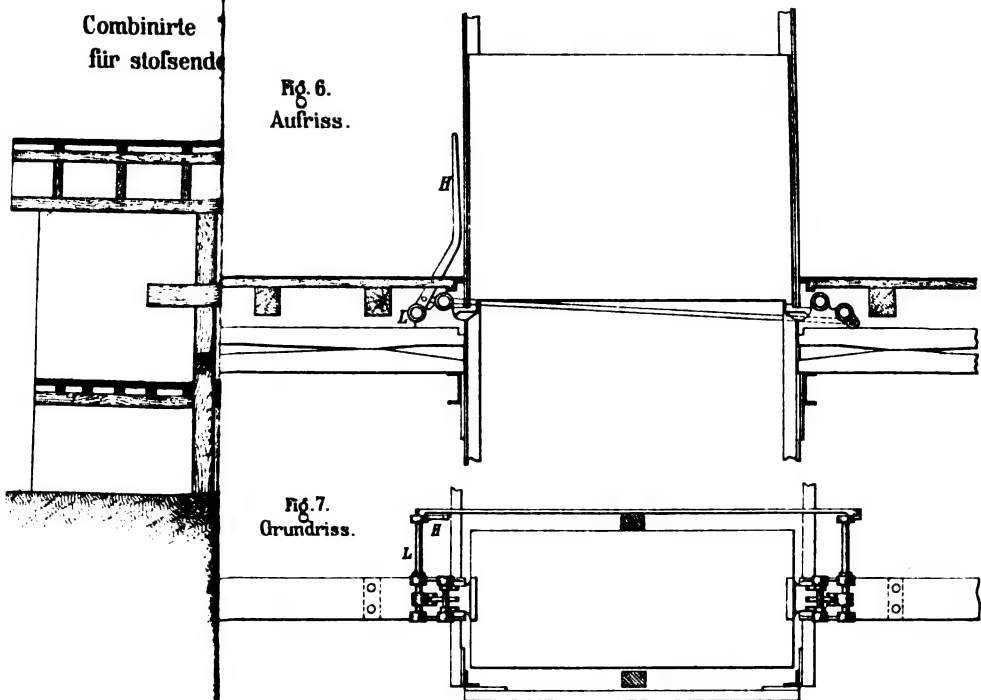


Schachtfälle von Staufs.

Combinirte  
für stoßende

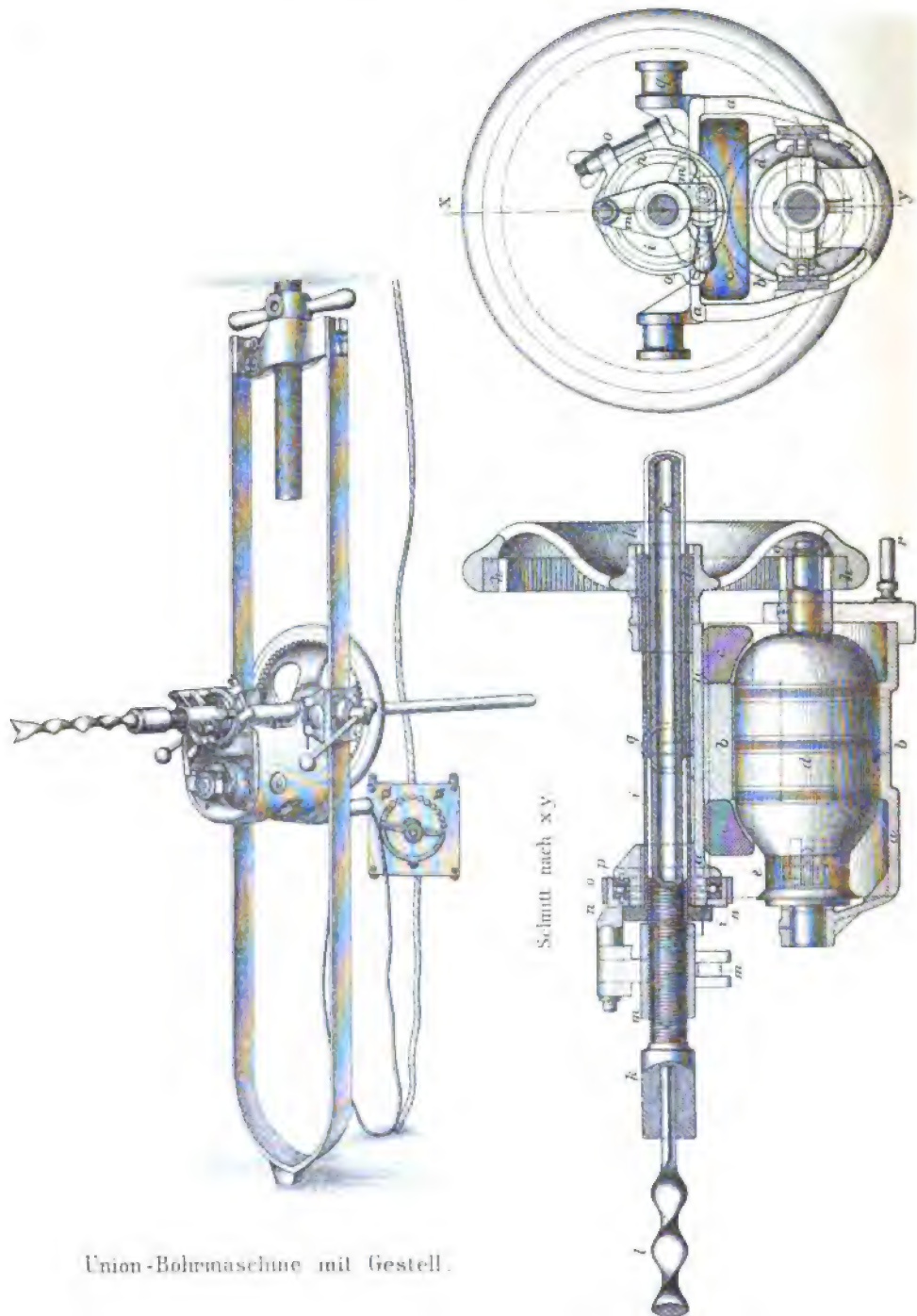
Fig. 6.  
Aufriß.

Fig. 7.  
Grundriß.





Union-Bohrmaschine mit elektrischem Antrieb.





1

1

1

1

1

Fig. 1.  
Baky'scher Bohrkrahn.

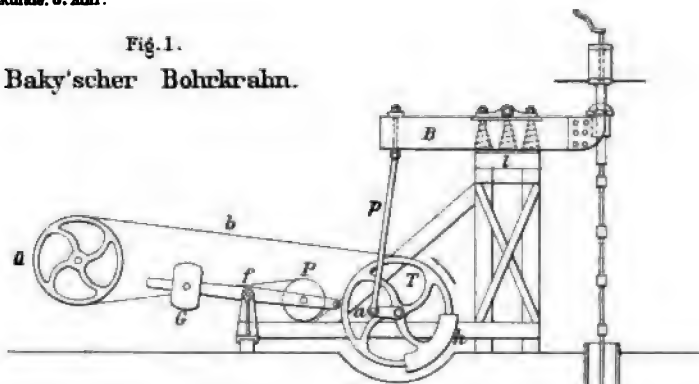
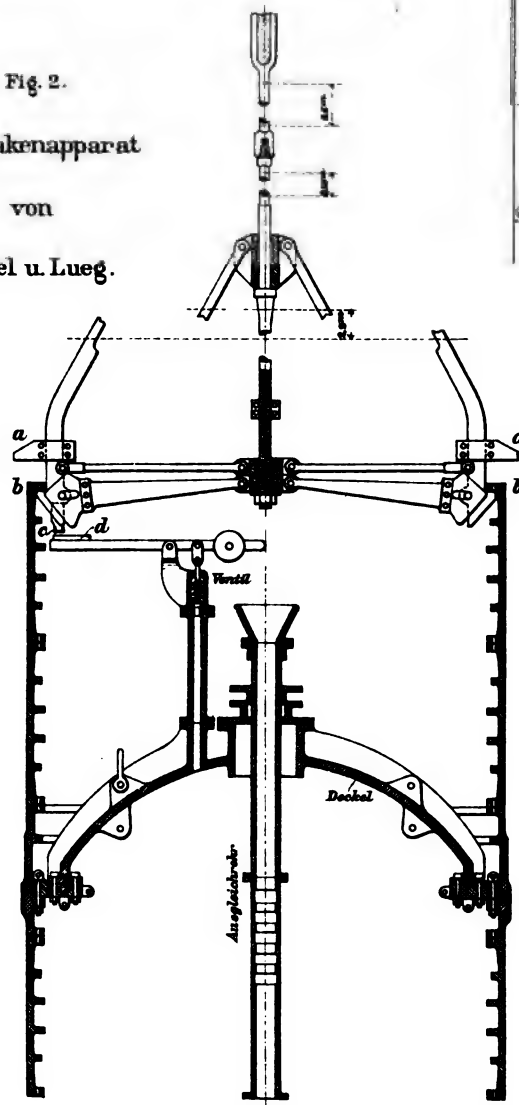


Fig. 2.  
Fünf - Hakenapparat  
von  
Haniel u. Lueg.





Gesteinsbohrmaschine, 70<sup>mm</sup>/m Cylinderbohrung.

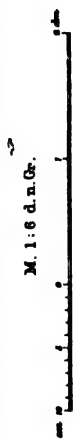


Fig. 1.  
Schnitt c-d.

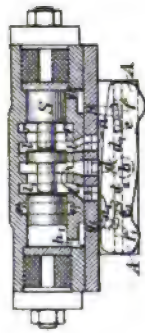


Fig. 2.  
Querschnitt c-d.

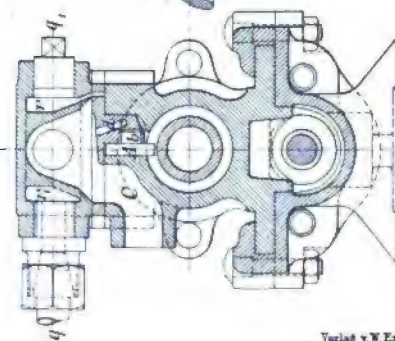


Fig. 3.  
Längenschnitt a-b.

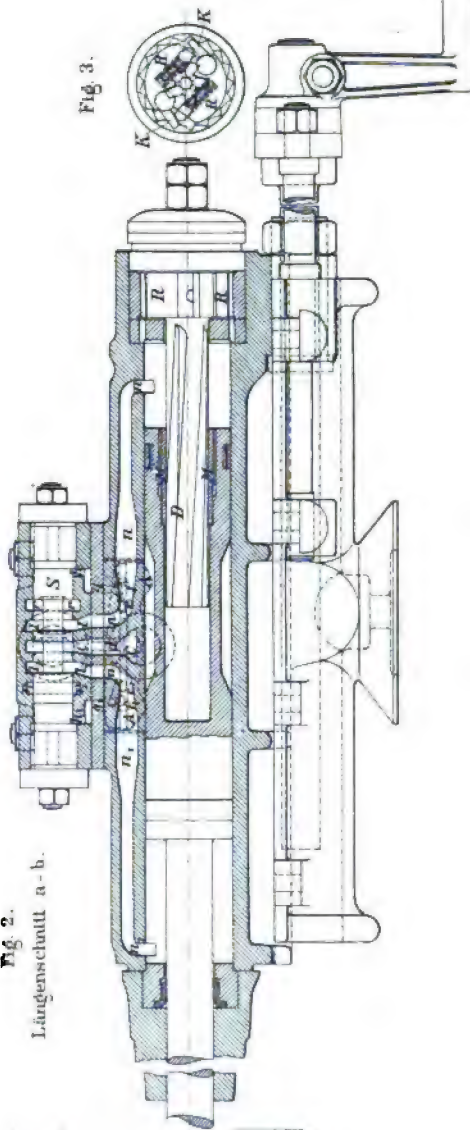


Fig. 3.





89083899336



B89083899336A

502 10/03 26  
31603





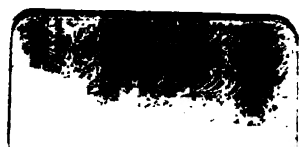


89089808513



b89089808513a

**K.F. WENDT LIBRARY  
UW COLLEGE OF ENGR.  
215 N. RANDALL AVENUE  
MADISON, WI 53706**



89089808513



B89089808513A